

Nagyfeszültségű elektromos vezetékek geodéziai felmérése

Salamon Tamás

Cégünk, a Pannon Geodézia Kft. a budapesti Digikom Kft.-vel, a szekszárdi Geodézia Kft.-vel és a zalaegerszegi Hungarogeo Kft.-vel közösen 2008-ban nyerte el az ELMŰ és az ÉMÁSZ áramszolgáltatói területén a 120 kV-os nagyfeszültségű vezetékek utólagos földhivatali vezetékjog bejegyeztetésének elkészítésére kiírt pályázatot. A vezetékjogi munkarészek elkészítéséhez kapcsolódóan ún. „üzemviteli dokumentáció” elkészítésére is megbízást kaptunk a két szolgáltató területén, összesen mintegy 1000 km hosszban.

Az üzemviteli dokumentáció igazolja, hogy a vezeték a szabványos és biztonságos üzemeltetés feltételeinek megfelel. Ennek elkészítése összetett feladat, mely egy részről nem szokványos geodéziai felmérést (és feldolgozást), másrészt elektromos szakági tervezői közreműködést igényel. Ezen dokumentációk összeállítását általában elektromos tervezéssel foglalkozó vállalkozások szokták készíteni geodéziai alvállalkozók bevonásával. Esetünkben szerencsésebben alakultak a dolgok, fordított volt a felállás. Az elvégzendő feladat nagyobb részét amúgy is a jól felkészült geodétákat és körütekintő tervezést, szervezést igénylő terepi felmérés és a felmérések alapján előállított digitális térképek, valamint táblázatok, koordináta-jegyzékek elkészítésének időráfordítása és költségei jelentették, majd az így előállt alapadatokból a szakági tervezők, mint alvállalkozók készítették el az előírt dokumentumokat. Az elektromos szakági tervezői feladatokban alvállalkozóként a budapesti székhelyű Line-Terv Mérnöki Iroda Bt. működött közre.

Elvégzett feladatok, elkészített munkarészek

Terepfelmérés követelményei

A nyomvonal mentén 30–30 m széles sávban a terepfelszínének, a terep- és műtárgyak, növényzet (bokrok, fák) pontos magassági bemérése

(± 5 cm-es pontossággal); a terep hossz-szelvényének felvétele és ábrázolása; a sodronyok felfüggesztési magasságának bemérése (± 3 cm-es pontossággal) volt a feladat.

A felszíni létesítmények, műtárgyak (beleértve pl. a földalatti gáz- vagy termékezetékek nyomvonalát jelző bójákat, a vízvezeték tűzcsapokat; a hírközlő kábelek nyomvonalát jelző köveket stb.):

- 2,5 m-es magasság felett gyakorlatilag minden tereptárgy magasságát mérni kellett (pl. kresztábla magassága nem kell, csak a helye);
- a terep- és műtárgyakat 3D objektumokként kellett modellezni (pl. fasorok, erdők, de itt is kellett az átlagostól kiugróan magasabb fa magassága), épületek homlokzata (gerincmagasság is);
- keresztező vezetékek (telefon is) oszlopainak száma (ami a helyszínen leolvasható), helye (akkor is, ha a sávon kívül van), sodronymagasságok a szélső vezetőknél (kétrendszerű vezetéknél mindkét szélső szál vonalában);
- villanyoszlopok (fa, beton, gyámok állása, oszloptípus stb.) lehetőleg helyesen ábrázolva, közvilágítás, kisfeszültségű, telefon, trolis, villamos-felsővezetékek stb. elkülönítve;
- dőléstávolságon belüli objektumok (30 m-nél magasabb fa, víztorony, adótorony);
- felülkeresztezéseknél a védővezető magasságát is mérni kellett.

Erdők, jelentősebb növényzet (nagyobb fák, bozótok stb.), szántók, árkok, vízfolyások, közigazgatási területek (a közigazgatási határok feltüntetésével):

- árkoknál a rézsű szélét mértük, mélységet elég volt egy ponttal (kevésbé lényeges info);
- gátak, partélek felmérése;
- 30–40 cm-nél nagyobb szintkülönbségű terep alakulat (rézsű) mérendő volt;

- utaknál a rézsű felső széle elég volt, lejjebb nem kellett pont;
- kordonművelésű szőlők lehatárolása, sorok iránya, sőt, ha fém vezetősál volt, azt is jelezni kellett;
- drótkerítés (fém-kerítés) különüljön el a fake-ritéstől;
- mindent elkülöníteni, ami „áram vagy fém” (hídkorlát stb.).

Utak, vasutak (a megnevezés, számjelzés, irányok, valamint a km szelvény, illetve vasútnál a hm kő feltüntetésével):

- út és járda elkülönítve kellett (járdánál más a szabvány magasság), a burkolatváltások nem kellett (aszfalt-beton);
- kocs behajtókat is mérni kellett.

Belógás- és sodronyhőmérséklet mérését, a maximális húzófeszültség számítását az alábbiak szerint hajtottuk végre:

- az alsó áramvezető sodronyok belógásának mérése (± 3 cm-es pontossággal);
- belógás mérése 8–10 közbenső ponttal történt (plusz a felfüggesztés), a mélypont környékén sűrűbben vettünk fel pontokat, a széle felé ritkábban;
- kétrendszerű vezeték esetében mindkét alsó fázist be kellett mérni;
- bal-jobb elkülönítés (növekvő oszlopszám szerint nézve);
- nagy szintkülönbségű feszítőköz lehetőleg kerülendő volt;
- egyrendszerű, portál elrendezés esetén a legalacsonyabban lévő fázist, míg egyrendszerű, háromszög elrendezés esetén a legalsó fázist kellett megmérni;
- egyrendszerű vezetéknel, ha azonos magasságban volt a két fázis, akkor csak az egyiket kellett mérni, viszont azonos feszítőközben következetesen ugyanazt az egyet (ha valamiért nem lehetett, akkor jelezni kellett külön, hogy hol van mérve a másik bal-jobb);
- portáloknál egyértelműen meg kellett adni, hogy melyik vezeték hova csatlakozik (pl. BF-jobb1, BA-Jobb2 stb.).

Magyarázatként megjegyezzük, hogy az egyrendszerű vezeték esetén 3 vezetősálról (3 fázis), míg kétrendszerű vezetéknel 6 vezetősálról

(2×3 fázis) beszélünk, nem tekintve a védővezetőket, amelyek az oszlopcsúcson (oszlopcsúcson) haladnak.

Kettő vagy több oszlopközéből álló feszítőközben, ugyanabban a fázisban legalább 2 db belógás mérést kellett végezni (lehetőleg a közepes oszlopköz hosszával közel megegyező hosszúságú, lehetőleg kis szintkülönbségű oszlopközökben) az alábbi lehetőség szerinti figyelembevételével:

- 2 oszlopköz esetén: értelemszerűen;
- 3 oszlopköz esetén a méréseket az egymással nem szomszédos oszlopközökben kellett elvégezni;
- 4 oszlopköz esetén az egyik mérést két tartóoszlop között, a másik mérést a nem szomszédos oszlopközben kellett elvégezni;
- 5 vagy annál több oszlopköz esetén a méréseket tartóoszlopok között, nem szomszédos oszlopközben kellett elvégezni.

A mért fázisvezető sodronyhőmérsékletének meghatározását méréssel és/vagy számítással (± 2 °C pontossággal), a sodronyjellemez, és időjárási viszonyok (szélsebesség és környezeti hőmérséklet mérése, napsütés stb.), továbbá a pillanatnyi áramterhelés figyelembevételével végeztük. A mért távvezeték-rendszer tényleges napi terhelési menetrendje – félórás bontásban – a Megrendelőtől térítésmentesen volt beszerezhető.

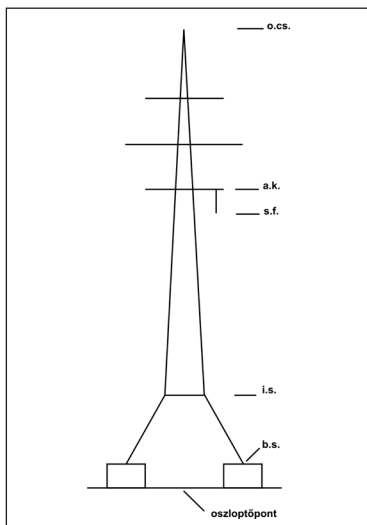
A belógásmérést és a sodronyhőmérséklet meghatározást, valamint a kapcsolódó adatfelvételt – az időpont és helyszín (oszlopköz és fázis) pontos feljegyzése mellett – úgy kellett dokumentálni, hogy az adatok egyértelműen összerendelhetők, visszakereshetők és ellenőrizhetők legyenek.

A meghatározott adatokból a húzófeszültség számítható, ennek ismeretében az alsó áramvezető szabvány szerinti „legkedvezőtlenebb üzemi helyzete” modellezhető volt.

Az oszlopok bemérésekor az alábbi jelöléseket használtuk (1. ábra):

- az alsó kar magassága (jelölés: **a.k.**);
- az áramvezető sodrony felfüggesztési magassága (**s.f.**);
- az oszlopcsonk és a főszár illesztési síkjának magassága (**i.s.**);

- az oszlop beton alaptestjei felső szintjének magassága (**b.s.**), ahol a beton nem látszik, ott láb tereppel való metszése legyen mérve, de megjegyzésként szerepelt, hogy „tereppont”. 5 cm magasság-különbségen belül elég volt az egyik láb magasságát megadni;
- a terep oszlop tőpontjában mérhető magassága (**o.t.**), ezt lehetőleg meg kellett mérni, mert az interpolálás pontatlan lehet;
- oszlopcsúcs (**o.cs.**) mindig az oszlop legmagasabb pontja, ha szerelvény van rajta, akkor annak a csúcsa (kivéve az oszlopra telepített átjátszó állomás antennáját) „Bikafejes” oszlopnál az egyik csúcsot kellett csak mérni. Ha az oszlopcsúcs magasabb, mint a védővezető tartója (pl. Dőősgyőr típus), a csúcs kellett!



1 ábra Az oszlopok mérési pontjai

Az oszloptípusok azonosításához minden egyes oszlopról digitális fényképeket készítettünk (a teljes oszlopról, és az oszlopfejről is). Ezután az oszlop képe és méretei alapján igyekeztünk beazonosítani az adott oszlop típusát ún. oszlopkép gyűjtemények segítségével, amelyekben az oszlopok műszaki rajzai szerepelnek. Az elkészített fényképek további hasznos információkkal szolgáltak az elektromos tervezők részére, akik az oszlopok és a szigetelőláncok állapotát, típusát, valamint az általunk elvégzett oszloptípus meghatározást ezek segítségével tudták ellenőrizni.

A geodéziai felmérés eszközei, technológiája

A terepfelmérést és kisalappontok létesítését a sodronyméréshez lehetőség szerint RTK-GPS technológiával (Leica 1200 + GNSS hálózati megoldás) terveztük elvégezni. A módszer előnyei a felmérés során az elvárt pontosság mellett nagyfokú mobilitás és gyorsaság. Hátránya a fedett helyeken, hegyek, erdők északi oldalán a kitakarás miatti csökkent műholdszámból eredő viszonylag kisebb megbízhatóság, és egyes helyeken sajnos a GSM lefedettség hiánya miatt a GPS meghatározások meghiúsulásával is számolnunk kellett. Mivel a vezetékjogi felmérést rövid határidővel kellett elvégeznünk, ezért a felméréndő terület többszöri felkeresését sem tudtuk elkerülni.

Az első munkafázisban a terepes kollégák GPS technológiával felmérték az oszlopterületeket és ezzel párhuzamosan prizma nélküli lézertáv mérő állomással a szélső vezetősálak helyzetét is rögzítették (erre a vezetékjogi sáv szerkesztéséhez volt szükség, amelynek határát a szélső vezetősál síkra vetített helyzetéhez képes kell meghatározni). Mivel ezekhez a mérőállomásokkal történő mérésekhez is szükségünk volt 3D meghatározású kisalappontokra, minden egyes vezetékoszlop fém lábainak a beton síkjával való metszéspontját is meghatározták GPS-szel. Ezek a metszéspontok centiméteres pontossággal azonosíthatók és GPS-szel a pontra állás könnyen megoldható, mivel a vezetékoszlopok lábai a beton síkjával olyan szöveget zárnak be, hogy azok a mérést lehetővé teszik.

Második munkafázisban végeztük a terepfelmérést. A GPS mérések tervezését ekkor már nagymértékben segítette az első munkafázisban megszerzett helyismeret. Ahol a GPS technológia nem volt alkalmazható, ott a hagyományos földi eljárással történt a felmérés. A magaspontok bemérése (növényzet átlagos magassága, kimagasló fák, épületek, dőléstávolságon belül álló antennák stb.) a sodronyméréssel egy időben, a harmadik munkafázisban történt.

Fentiekből látható, hogy mind vízszintes, mind magassági értelemben is a GPS rendszerben (WGS 84) dolgoztunk, a kapott adatokat

a műszerbe épített VITEL eljárással valós időben alakítottuk át EOV rendszerbe. Az EOVA-hoz viszonyított vízszintes eltéréseket a nyomvonal mentén, illetve azok környezetében elhelyezkedő vízszintes alappontokra való ellenőrző mérésekkel állapítottuk meg. A szolgáltató által megadott geodéziai bemérésből származó oszlopcsatlakozásoknál a maximális lineáris eltérés 25 cm volt, ezekben az esetekben átvettük a szolgáltató digitális rendszerében meglévő oszlop-koordinátákat. Magassági értelemben a vonalas létesítmények hossza és a munkaterület néha igen nehéz terepviszonyai miatt nem terveztük a mérések EOMA rendszerhez való illesztését, ezt a feladat sem indokolta.

Mivel a rendelkezésünkre álló mérőállomások távmérő lézere nem tette lehetővé a sodronymérést, nagy hatótávolságú távmérő lézerral rendelkező mérőállomást kellett beszerezni. A mintegy 5 cm vastagságú acélsodronyt a vezetékek vonalától kissé eltávolodva, mintegy 150–200 m-ről több helyen kellett megmérni, gyakran viszonylag kis beesési szög alatt. Eleinte erős kétségeink merültek fel, vajon lehetséges-e ilyen feltételeknek megfelelő mérőállomást találni. Tesztméréseink alapján a Leica TCRM 1203+ R1000 mérőállomás mellett döntöttünk, amelynek adatszerkezete, menürendszere azonos a GPS 1200-as rendszerével, ez nagyban egyszerűsítette is a terepi felmérést, adatkezelést.

A sodronyméréssel egyidőben mértük fel az oszlopok jellemző pontjait is. A felmérés során a műszerbe betöltött kislappont („oszlopláb”) koordináták segítségével szabadálláspontként határoztunk meg a műszer helyzetét 3D-ben. A műszerbe beépített szoftver a helyszínen azonnal számította a maradék ellentmondásokat, ezeket később kilistázva ellenőrizhető volt a meghatározás. A mérések során közvetlenül a mérendő pontok 3D koordinátáit határoztuk meg.

A nagytömegű adat mérésének és feldolgozásának megkönnyítéséhez mind a GPS mérések, mind a földi eljárással, mérőállomással történő mérések esetén tematikus pontkódolást (quick code) alkalmaztunk. Ez nagy segítség volt pl. az oszlopméréseknél; ugyanis nehéz lett volna az oszlopok bemérendő pontjait a manuálén

sikban ábrázolni, tehát így rajzolni sem kellett! A pontkódolás segítségével lehetővé vált a terepi manuálé egyszerűsítése, tartalmának minimalizálása is.

A szélesség és a hőmérséklet mérése

A sodrony belógása és az ehhez tartozó sodronyhőmérséklet ismeretében számítható a sodrony eredeti húzófeszültsége, melynek kiszámításához szükség van a szélső üzemi állapot modellezéséhez. A sodronyhőmérséklet meghatározása közvetlen méréssel csak igen nagy anyagi ráfordítással, speciális felszereléssel lenne lehetséges, így a kissé bonyolultabb, de kielégítő pontosságot adó számítási módszerrel határoztuk meg a sodronyhőmérsékletét. Ehhez szükségünk volt a környezeti jellemzők (hőmérséklet, szélviszonyok) mind pontosabb mérésére, valamint az adott sodrony pillanatnyi áramterhelésének ismeretére. Az előbbieket a sodronymérés folyamán meghatároztuk meg, utóbbit a szolgáltatótól rendeltük, ahol a kért időintervallumon belül folyamatosan regisztrálták az adott viszonylat vezetékének terhelését.

A mérésekhez a Testo cégtől vásároltunk egy szélesség, hőmérséklet és páratartalom mérő műszert (Testo 410), illetve egy levegő és infra felületi hőmérő műszert (Testo 810). A sodronymérés során feljegyeztük a mérés pontos időpontját, az időjárási körülményeket, a levegő hőmérsékletét, a szél sebességét és vezetékhez viszonyított irányát, valamint lézeres hőmérővel a vezeték tartóoszlop lábának hőmérsékletét is mértük a napsugárzásnak kitett helyen. Ezeket az adatokat a számításokhoz kötött formátumú Excel táblázatban adtuk át.

A felmérést nehezítő körülmények

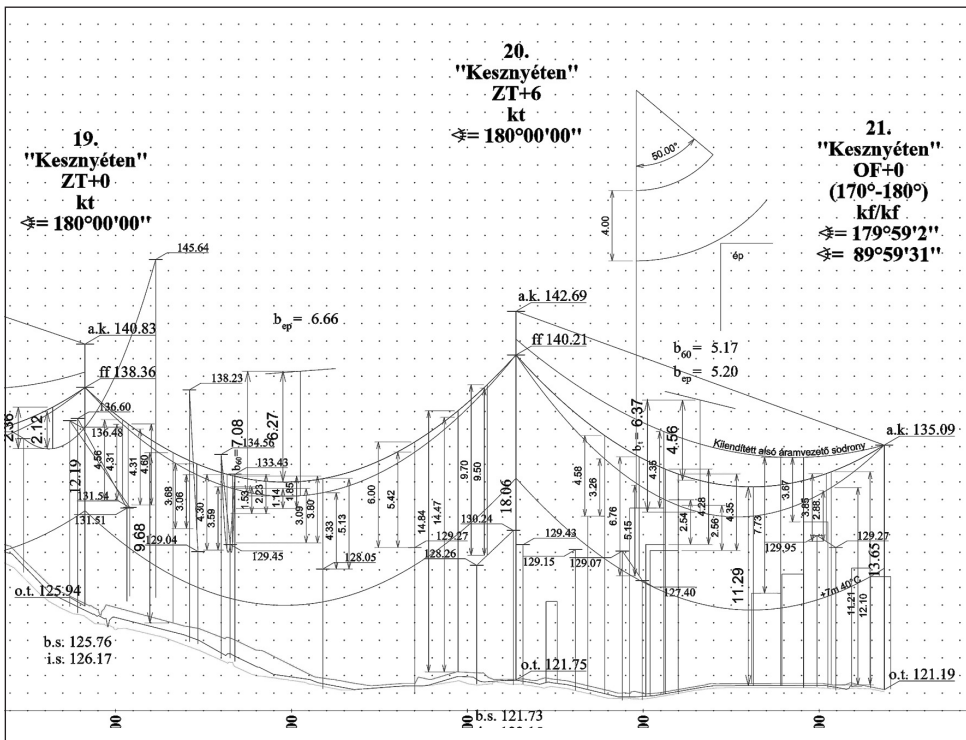
Az üzemviteli dokumentációhoz történő felmérések elkészítéséhez, mint a fent leírtakból is kiténik, minden egyes vezeték szakaszon legalább háromszor kellett végigmennünk, ami jelentős helyismeret megszerzésével járt, és amely a munkavégzés során nagy előnyt jelentett. Az időjárás okozta nehézségekkel is számolni kellett, talán a szél volt az előre be nem kalkulálható tényező, hiszen a vezetéknek már

közepes erősségű szélben is jelentős kilengése van, ami igencsak megnehezíti vagy akár teljesen meg is akadályozza a sodronymérést. Volt azonban egy olyan körülmény, amely már az első munkafázis, a vezetékjogi felmérés elvégzését is igencsak megnehezítette, mégpedig a nyiladékok sűrű erdőborítása. Sajnos összességében 108 km olyan szakaszunk volt (a felméréendő mennyiség több mint 10%-a), amelynek kitisztítása elengedhetetlen lett volna a feladat elvégzéséhez. A terepes kollégák már a nyíltabb, mezőgazdasági művelés alá eső területeken is gyakran találkoztak azzal a helyzettel, hogy az oszlopok közvetlen 3-5 méteres környezete sűrű bozóttal volt borítva, de itt egy-két órás „kézitusa” után sikerült az oszloplábakat kiszabadítaniuk. Az erdei nyiladékok beerdősülése azonban nem csak magát a mérést, hanem a vezeték megközelítését is akadályozta, hiszen a korábbi nyiladéktisztítások faanyagát általában a nyiladékok szélén halmozták fel, így akadályozva a megközelítést. Egy ízben sikerült egyeztetnünk egy

mátrai szakaszon, ahol a régebben beütemezett tisztítás egybe esett az igényeinkkel, itt azonban még rosszabb helyzet alakult ki. Mivel a kivágott bozótot nem takarították el, az ugyanúgy akadályozta a nyiladékon való mozgást, sőt az oszlopok között a sodronyméréshez nélkülözhetetlen összelátást is.

A Bodrogek-árterében – több ízben is – előntött területen dolgoztunk, itt igazából a megközelítés okozott gondot, a felmérést inkább csak kényelmetlenné tette, hogy a kollégák „mellig érő gumicsizmában” tudtak csak dolgozni.

Nagyobb folyók (Duna, Tisza) feletti feszítőközök bemérése sem volt egyszerű, mivel itt nem lehetett a feszítőköz középvezetékében felállni a mérések elvégzéséhez. A nagy távolság miatt a sodronynak csak közelebbi pontjait tudtuk a távmérő lézerral bemérni, így a sodrony néhány középső pontjának bemérését a két partról azonos időben történő térbeli előmetszéssel sikerült megoldani. Ilyen esetekben a vezetéken lévő távtartók adott pontjait tudtuk meghatározni.



2. ábra A mért adatok feldolgozása

Adatfeldolgozás, dokumentálás

A mért adatok feldolgozása

A feldolgozás során a klasszikus értelemben vett geodéziai számításokat nem kellett elvégeznünk, az a műszerekbe épített szoftver segítségével már a terepen megtörtént. Feladatunk a terepi számítások elvégzéséhez tartozó ún. „log”-fájlok ellenőrzése, illetve a GPS mérések terepen rögzített középhibáinak ellenőrzése volt, amelyet az alábbiak szerint hajtottunk végre:

- adatok beolvasása Leica Geo Office szoftverbe (általában a méréseknek megfelelő napi bontásban),
- ellenőrzés (hibahatárok, azonos pontszámok kiszűrése),
- mentés text, *.prn vagy *.txt formátumban (Psz, Y, X, Mag, kód).

Cégünknel alapelv, hogy minden esetben mentjük és tároljuk a nyers mérési adatokat is! Az RTK-GPS esetében ezt nem követtük, mivel a technológiából adódóan ezeket az adatokat nem lehet eredményesen újrafeldolgozni, viszont a mérőállomással történő mérések esetében hiánytalanul újrafeldolgozható az összes mérés.

Digitális térképi állományok elkészítése

A felmért pontfelhőből ITR-ben állítottuk elő a digitális térképi állományokat az elektromos szakági tervezővel előzetesen egyeztetett rétegszerkeztúra alapján. Az alábbi rajzi munkarészeket készítettük:

- sávtérkép,
- nyomvonal a biztonsági övezettel (vezetékjogi munkarészek készítése során készült),
- jogi állapot külön állományban.

Az ITR-ben szerkesztett rajzokat (2. ábra) AutoCAD sablonba konvertáltuk, a sávokat nem É-nak tájolva, hanem balról jobbra növekvő oszlopszám szerint kellett elkészíteni, lehetőleg a teljes feszítőkört egy lapon kellett ábrázolni, majd a különböző állományokat össze kellett fésülni (takaró feliratok, objektumok), végül a leadási *.dxf vagy *.dgn formátumban való mentés.

Jogi állapotot az NKP Kht.-tól megvásárolt digitális alaptérképi állomány tartalmazta.

További munkarészek elkészítése

Az oszlopok adatait ún. „Oszlopmérési táblázat”-ban, az időjárási adatokat „Időjárás mérési táblázat”-ban foglaltuk össze. Külön-külön koordináta-jegyzékeket készítettünk a sodronymérésekről, a magaspontokról és a terepfelmérésekről. Előbbiek esetében nem csak az adott koordinátákat, hanem a pont jellemző attribútum adatait is meg kellett adni (sodrony bal vagy jobb, oszlopköz száma, magaspont jellege stb.) Az Áramszolgáltató által rögzített terhelési adatokat a szükséges számítások elvégzéséhez a kapott formátumban adtuk át.

Minőségellenőrzés

A GPS méréseknél kevés olyan diszkrét pont van, amely az újbóli méréshez megfelelő pontossággal azonosítható. Természetesen akadt azért néhány ilyen pont is, ezeknek az újramérésén felül pedig a munkaterületen található alappontok – lehetőleg többszöri – bemérése adott lehetőséget az ellenőrzésre. Mindezen felül az ellenőrzést a pontmeghatározások középhibáinak ellenőrzése (MAC eljárás, megbízható középhiba kijelzés) jelentette. A mérőállomással történt mérések esetén log-fájlokban voltak ellenőrizhetők a pontmeghatározások, illetve a szabadálláspont meghatározásba be nem vont további kisalappontokra (oszloplábakra) kellett ellenőrizni!

Sodronymérések ellenőrzésekor azt vizsgáltuk, hogy a mért pont rajta van-e a sodronyon. Ugyanis hibás sodronyméréskor a pont „leesik” az ívről (szeles időben történt méréskor a térképi vonalból is kiugranak a pontok).

Dokumentáció összeállítása

A geodéziai felmérések anyagát az előre meghatározott ütemezésben átadtuk a Line-Terv Mérnöki Iroda Bt. elektromos szakági tervezőinek, akik elkészítették a megrendelő által előírt formátumú szakági terveket.

Az aktuális műszaki és jogi állapotot egységes szerkezetben tartalmazó üzemviteli műszaki dokumentáció rendelkezésre állása alapkövetelmény, mert

- a biztonsági övezet és a villamosmű kölcsönös biztonságának elérése érdekében végzendő szabványossági ellenőrzések (MSZ 151-1:2000) elvégzésének, és az esetleges szabványosítási feladatok meghatározásának elsődleges eszköze (122/2004. (X.15.) GKM rendelet a villamosmű biztonsági övezetéről);
- az Engedélyes vezetékjog bejegyzéshez szükséges nyilatkozatához szükséges alapidokumentum [lásd a 382/2007. (XII. 23.) Korm. rendeletet];
- elsődleges adatforrás az Engedélyes számára végzett mérnökszolgálati tevékenységhez;
- közmű-üzemeltetői jóváhagyások, hozzájárulások kiadásának [122/2004. (X.15.) GKM rendelet a villamosmű biztonsági övezetéről], illetve a külső ügyfelek (közműtervezők, ingatlan tulajdonosok, ingatlanfejlesztők stb.) részére történő adatszolgáltatás alapidokumentuma;
- költségmegtakarítás érhető el a hálózatot érintő rekonstrukciós, kapacitásbővítési stb. tervezési feladatok esetén, a felmérés és dokumentálás folyamatában.
A leírt követelményeket az üzemeltetett távvezetékek esetenként több évtizedes dokumentációja alig vagy egyáltalán nem elégíti ki, mert
- a meglévő dokumentációkat az üzemidő alatt a környezetben végbement változások (az új létesítmények megvalósulása (utak, autópályák, épületek stb.), ingatlanrendezés, a tulajdonjogi változások stb.) elavulttá tették;
- a rendelkezésre álló dokumentációk az esetek többségében kiviteli terv szintű dokumentációk, és nem bemért, a tényleges állapotot tükröző megvalósulási dokumentációk. A dokumentált oszlopközök esetenként több 10 méterrel, az ábrázolt sodronyok akár méterekkel is eltérhetnek a valóságtól (pl. korabeli kivitelezési, kitűzési, sodronyszabályozási hibák, vagy természetes folyamatok, vagy a sodronyok kúszása) miatt.
A geodéziai bemérések és a vezetékmechanikai számítások után elkészített, a valóságos állapotokat tartalmazó szakági tervek az alábbi munkarészekből állnak:
- átnézeti rajz 1:10 000 vagy 1:20 000 méretarányban
 - a vezeték nyomvonalrajza, a térképen történő tájékozódást segítő, közelben lévő települések, közép és nagyfeszültségű vezetékek, utak, vasutak, vízfolyások stb. feltüntetésével és megnevezésével; a rajzon fel kellett tüntetni az utak, vasutak irányait, az utaknál a számjelzést is,
 - az átnézeti rajzon csak a feszítőoszlopokat kellett feltüntetni, az oszlop sorszámanak megjelölésével.
- nyomvonalrajz 1:2000 méretarányban
 - felszíni létesítmények, műtárgyak (beleértve pl. a földalatti gáz vagy termékvezetékek nyomvonalát jelző bójákat, a vízvezeték csapokat; a hírközlő kábelek nyomvonalát jelző köveket stb.),
 - erdők, jelentősebb növényzet (nagyobb fák, bozótok stb.), szántók, árkok, vízfolyások, közigazgatási területek (a közigazgatási határok feltüntetésével),
 - birtokhatárok helyrajzi számokkal (bel- és külterületen egyaránt),
 - utak, vasutak (a megnevezés, számjelzés, irányok, valamint a km szelvény, illetve vasútnál a hm feltüntetésével),
 - távvezeték nyomvonal (azaz az oszlopok tőpontját összekötő egyenes), az oszlopszámok, oszloptípus és bemért oszlopköz hosszak (± 5 cm-es pontosság), valamint az EOV koordináták (± 5 cm valamennyi oszlopnál) feltüntetésével,
 - feszítő és tartóoszlopoknál oszlop száma, jele, a vezetők felerősítési módja rajz és betűjelekkel, karsík nyomvonal-tengellyel bezárt szöge irányonként; amennyiben megállapítható (az átadott üzemviteli információk, illetve a helyszíni szemrevételezés és felmérés alapján) az oszloptípus, a magasítás, a szögcsoport,
 - feszítőközönként a feszítőköz száma (jele); az átadott üzemviteli dokumentációk alapján a sodrontípus (anyag, keresztmetszet) feltüntetése az áram- és védővezető sodronyoknál egyaránt; az áramvezető sodronyoknál a mért adatokból számított tényleges maximális húzófeszültség, a védővezető sodrony(ok)

nál a tervezett, névleges maximális húzófeszültség felírása (amennyiben ez utóbbi adat az átadott üzemviteli dokumentációból megállapítható); kiosztási hőmérséklet, feszítőköz hossza és a közepes oszlopköz feltüntetése.

- hossz-szelvény rajz (H: 1:2000; V:1:200 torzított méretarányban)

A mérés során regisztráltuk a meteorológiai adatokat (napsugárzás, szél, környezeti hőmérséklet), valamint az üzemeltető által szolgáltatott terhelési adatok segítségével kiszámították a sodrony hőmérsékletét is. A mért adatokból speciális sodronymechanikai számításokkal meghatározták a beszabályozás valóságos paramétereit, kiszámolták a maximális húzó igénybevételt, a σ_{max} -ot. A hossz-szelvényekbe beillesztették a szabvány által előírt üzemállapotokra vonatkozó belógási görbéket és értékelték a terepszint feletti magasságok és a felszíni létesítményekkel történő keresztezések szabványosságát:

- a 40°C-os (az 1973 után létesített vezetékek esetében 60°C-os) normál üzemi belógások számítása, oszlopközönként;
- a felszíni műtárgyak, illetve belterületi földrészletek keresztezésénél az MSZ 151-1:2000 szabvány által előírt rendkívüli üzemállapotok belógásainak számítása;
- a távvezeték alsó áramvezető sodronya MSZ 151-1:2000 szerinti legkedvezőtlenebb normál üzemi helyzete, és felszíni mű- és tereptárgyak, illetve belterületi földrészletek keresztezésénél a mértékadó, rendkívüli üzemállapota hossz-szelvényének felvétele, és ábrázolása a terep hossz-szelvényével egységes szerkezetben;
- szabványossági ellenőrzések az MSZ 151-1:2000 szabvány előírásainak figyelembe vételével: kimutatás készítése a szabványtalan keresztezésekről, pontosan megjelölve a szabványtalanság jellegét és mértékét, illetve a szabványtalanság megszüntetésének elvi műszaki alternatíváit.

A hossz-szelvény rajzokon ábrázolt adatokat külön alfanumerikus adatként is meg kellett adni az alábbi táblázatok szerint:

- belógás és húzófeszültség táblázat
 - feszítőköz és oszlopköz adatok (oszlopszám, oszloptípus, közepes oszlopköz, oszlopköz

hossza, feszítőköz hossza, felfüggesztési magasság oszloponként),

- a belógásmérés időpontja, mért belógás érték, számított sodronyhőmérséklet, környezeti hőmérséklet és időjárási körülmények, terhelés,
- a számításnál figyelembe vett sodronyjelzők,
- a számított maximális húzófeszültség értékek,
- mértékadó maximális húzófeszültség, feszítőközönként;
- koordináta-lista
 - oszlopszám,
 - EOV koordináták,
 - oszlopcsúcs magassága (abszolút - Balti - és relatív).

- szabványossági lista

A távvezeték meglévő, a szabványtól eltérő állapotának állapotának tételes bemutatása, a megszüntetés lehetséges műszaki alternatíváinak feltüntetésével:

- a szabványtól való eltérés helye (oszlopköz),
- az érintett mű- és tereptárgy, bel- vagy külterület, esetleg növényzet,
- a szabványtól való eltérés jellege, esetleg mértéke,
- a szabványtól való eltérés megszüntetésének lehetséges műszaki alternatívái.

Az elkészült dokumentációk formátuma megfelelt az üzemeltető jelenlegi adatbázisa által megfogalmazott igényeknek. A szolgáltatott adatok az adatbázisba közvetlenül beilleszthetők.

A felmérésből kimaradt szakaszok

A teljesség igénye érdekében megemlítjük, hogy azokon a vezeték szakaszokon (pontosabban a vezeték szakaszok azon feszítőközeiben), amelyeken a hagyományos geodéziai felmérés végrehajtása nem volt lehetséges, a felmérést tőlünk függetlenül helikopterről történő lézeres szkenneléssel végezték el. A repülést egy erre szakosodott holland cég, a koordinálást, feldolgozást és a dokumentáció elkészítését a Line-Terv Mérnöki Iroda Bt. munkatársai végezték. Ilyen szakaszok voltak az Északi Középhegység sűrű

erdővel borított nyiladékein, valamint a Csepel-sziget északi részén, ahol a rengeteg bekerített és a helyszínen legfeljebb kutyával őrzött telephelyen napokba telt, mire csak a vezetékjogi felmérés elvégzéséhez egy-egy tartóoszlophoz be tudtunk jutni.

Szerencsénkre a helikopterről történő lézeres szkennelés még igen költséges felmérési mód, így bízhatunk benne, hogy a közeljövőben a hasonló feladatok megmaradnak nekünk korszerű technológiával jól felszerelt, ámde „földhöz ragadt” geodétáknak.

Köszönetnyilvánítás

A cikk megírásához nyújtott segítségéért köszönettel tartozom Billik József úrnak, a Line-Terv Mérnöki Iroda Bt. ügyvezetőjének.

Irodalom

Műszaki specifikáció a „Vezetékjog utólagos bejegyzetése az ingatlannyilvántartásba” c. beszerzési eljáráshoz (ELMŰ NyRt. – ÉMÁSZ NyRt.)

NAF szabadvezeték hálózat üzemviteli dokumentációjának elkészítése (10. sz. melléklet a „Vezetékjog utólagos bejegyzetése az ingatlannyilvántartásba” c. beszerzési eljáráshoz) (ELMŰ NyRt. – ÉMÁSZ NyRt.)

Summary

Geodetic survey of high-voltage lines

The writing of legal documentation for the 120 kilovolt electrical network has been started in 2008. It was accompanied by the set up of the utility documentation to cca 1000 kilometers of the electrical network.

This paper shows the role of the utility documentation during the regular controls and checking's and into the daily routine of the maintenance. The creation of such documentation shows beyond the usual practice of the geodesy and processing.



Salamon Tamás
okl. erdőmérnök,
csoportvezető

Pannon Geodézia Kft.
8200 Veszprém,
Victor Hugo u. 2.

www.gssnet.hu
GNSS Szolgáltató Központ

Valós idejű helymeghatározás:

- DGPS korrekciók
- RTK korrekciók
- Hálózati RTK korrekciók

Utólagos adatfeldolgozás:

- Tetszőleges rögzítési gyakoriságú
- RINEX és virtuális RINEX adatok

GNSSnet.hu Monitor
Minőség-ellenőrzés a terepen is!
www.gssnet.hu/pda

FŐI KOZMIKUS GEODÉZIAI OBSZERVATÓRIUM
Tel.: 27/374-980 Fax: 27/374-982
ügyeleti telefonszám: 06-30-867-2570