
Předmluva

Jakkoliv se dnes může venkovní vedení vn zdát již archaickým způsobem přenosu elektrické energie, nelze ho jednoduše nahradit nějakým způsobem modernějším. Jde především o náklady, pracnost a ekologii. A zatím nic nenaznačuje, že by mohlo dojít v blízké době ke změně.

Venkovní vedení vn pro svou jednoduchost a spolehlivost zůstává nadále důležitým článkem soustavy elektrické energie od výroby ke spotřebiteli. Avšak i zde došlo k mnohým modernizacím, které usnadňují a urychlují výstavbu. Byla to především náhrada dřevěných sloupů betonovými, roubíkových izolátorů neprůraznými, uspořádání vodičů v rovině. Dále to bylo sjednocení napěťových soustav na soustavu 22 kV a výjimečně na 35 kV.

Při stavbě vedení vn lze uplatnit v široké míře dnešní mechanizační prostředky. Obvykle lze vedení postavit i v době, kdy se na polích způsobí nejmenší škody. Důkazem, že se opravdu věci pohnuly správným směrem, je například to, že lze umístit úsekový odpínač přímo na odbočný sloup. Dosud se musel postavit zvláštní podpěrný bod, který zabíral prostor v často již přeplněném místě.

Kniha je koncepčně zaměřena na výstavbu nových sítí a rekonstrukci sítí dosavadních. Při stavbě elektrovedných sítí nelze uplatnit přesné pracovní postupy jako v továrně a během stavby se mohou vyskytnout situace, které se nedají předvídat a není možné je ani v této knize postihnout. Zde musí uplatnit své schopnosti vedoucí práce a vzniklé situace řešit individuálně.

Kniha respektuje současné platné zákony a vyhlášky, národní i podnikové normy energetiky (PNE). Ty je nutné dodržovat jak při samotném technickém řešení elektrovedných sítí, tak při používání dopravních a mechanizačních prostředků, zajištění pracoviště z hlediska bezpečnosti, při práci ve výšce apod. V této souvislosti je dobré připomenout, že od 1. 1. 1995 jsme se setkávali s technickými normami závaznými nebo částečně závaznými a normami nezávaznými. Od 1. 1. 2000 jsou všechny normy nezávazné. Jejich uplatnění je však v řadě případů vyžadováno na základě právních předpisů (zákon, nařízení vlády, vyhláška ministerstva), jak to vyplývá ze zákona č. 22/1997 Sb. Obecně tedy nelze považovat nezávazné normy ČSN za předpisy, které není nutno v žádném případě respektovat. Provedení sítí z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem musí odpovídat PNE 33 000-1 u sítí pro veřejný rozvod elektřiny a ČSN 33 2000-4-41 u ostatních vedení.

Současná právní úprava pro technické normy se přibližuje praxi států Evropské unie, kde mají národní technické normy charakter nezávazného doporučení. Přesto, nebo právě proto, jsou tyto normy respektovány jako minimální technické požadavky.

Vedení vn je považováno za střední článek přenosových soustav, a proto případné poruchy postihnou více spotřebitelů než u vedení nn. Ke spolehlivé, kvalitní dodávce elektrické energie a bezpečné práci by měla přispět tato kniha.

Bývalo i trochu jinak

Rozvod elektrické energie pomocí venkovního vedení vn se ukázal jako naprostá nutnost v době, kdy se první elektrotechnické firmy snažily dodávat elektřinu mnoha spotřebitelům. K tomu podobně jako v jiných oborech pomohla matematika. Jednoduchým výpočtem se došlo k vysokému napětí. Nabízí se srovnání se spalovacím motorem, kde se jeho výkon též dociluje vyššími otáčkami při zachování přijatelných rozměrů a hmotnosti.

V začátcích muselo při stavbě vedení vn stačit dřevo, železo, porcelán a měď. Naštěstí bylo těchto materiálů dost a výstavba mohla začít. Dnes si jen těžko umíme představit, že tehdy byl optimální počet lidí v pracovní četě 10 až 15, pokud možno zdatných. Tito lidé mezi elektrikáři tvořili zvláštní skupinu, které se říkalo nebo nadávalo „vrchaři“. Nemohli to být žádní citlivkovci, ale ani žádní drsníci. Při tehdejších stupni technických znalostí a možností představovalo venkovní vedení ekologicky únosný a nejlépe zvládnutelný způsob přenosu elektrické energie.

Jednotlivé oblasti z počátku budovaly samostatné rozvodné soustavy a po určitém čase se přišlo na výhody, které znamenala jednotná energetická soustava. Rozvoj průmyslu na našem území kladl stále vyšší nároky na velikost a spolehlivost dodávky elektrické energie. Původní samostatné způsoby rozvodu nemohly novým potřebám stačit.

Venkovní vedení, podobně jako jiná zařízení, prošlo za dlouhá léta mnoha změnami a dnešní stav je výsledkem letitého snažení o hospodárnost, jednoduchost a bezpečnost. Přibližně po druhé světové válce dochází k normalizaci materiálu, ke sjednocování pracovních postupů, k nahrazování dřevěných sloupů betonovými. Nastává přechod od koňské ke strojní mechanizaci. Je proto dobré si připomenout dnes již nepoužívané způsoby práce.

K největším změnám v pracovních postupech došlo při stavbě sloupů. Na začátku elektrifikace nebyly u jednotlivých odběratelů velké požadavky na příkon – obec vystačila s transformátorem 30 až 50 kVA. To znamenalo malé průřezy měděných vodičů, a proto i malé mechanické namáhání podpěrných bodů. Jako podpěrné body stačily dřevěné sloupy (dřeváky) impregnované dehtovým olejem pro prodloužení životnosti. Takový sloup se postavil ručně pomocí vidlí. Vidle byly dobrá věc, ale když někdo „zaspal“, padly tomu vpředu na hlavu.

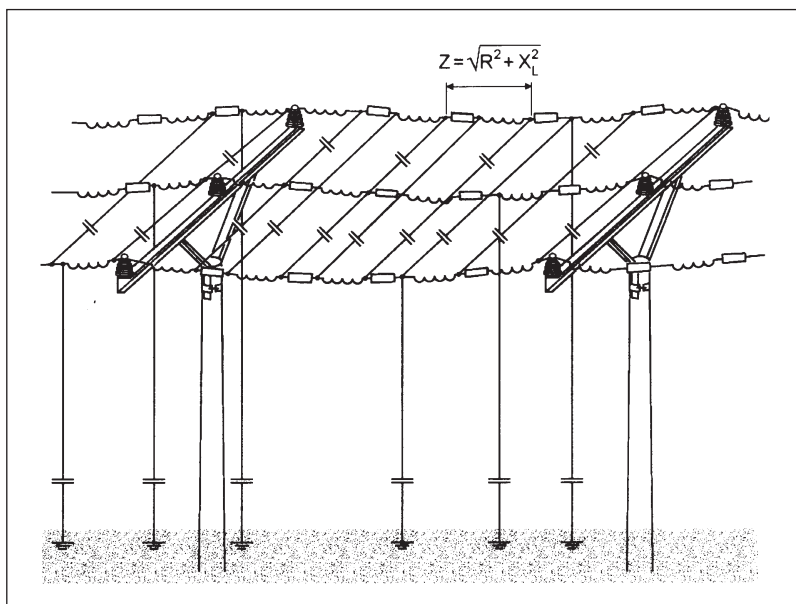
Těžší sloupy, i betonové, se zvedaly pomocí heverů, později pomocí třínožky, která byla nazývána novátor. Novátorem bylo možné zvednout sloup asi do dvou třetin, potom se musel dostavět pomocí „ženglů“. Ženglů byly dvě dřevěné tyče spojené na horním konci provazem a sloužily ke konečnému zvednutí sloupu do svislé polohy. Tyto způsoby práce vyžadovaly naprostou sešranost pracovní čety, používání a důsledné dodržování smluvených povelů.

1. Venkovní vedení vysokého napětí

1.1 Provoz vedení vn

Venkovní vedení vn se provozuje na základě stejných fyzikálních principů jako ostatní vedení. Je však nutné upozornit na některé odlišnosti oproti vedení nn.

Především není vyveden střední vodič. Dovolných dotykových napětí dle ČSN lze docílit pomocí jednotlivých uzemnění. To vyjde podstatně levněji než tažení čtvrtého vodiče. Ani u vedení, kde je zemní lano namontováno, nejde o přímé vyvedení uzlu transformátoru. Střed transformátoru vv/vn je na straně vn „neúčinně“ uzemněn přes tlumivku. Při pádu vodiče na konzolu nebo na zem nedochází ke zkratu, který by vyvolal působení nadproudové ochrany, ale k jednofázovému zemnímu spojení.



Obr. 1 Pohled na venkovní vedení vn nemusí laikovi nic říkat. Elektrikář ale musí vědět své.

Podle obrázku 1, kde jsou poměry ve vedení vn zakresleny zjednodušeně, si to představíme tak, že vedení vn je složeno z malých paralelně řazených kondenzátorů a malých sériově řazených činných a jalových odporů. Výsledný (zdánlivý) odpor Z je složen z jalových odporů X_L , X_C a z činných odporů R . Při poruše se prorazí kondenzátory znázorňující kapacitu porušeného vodiče (fáze) proti zemi. Prochází kapacitní proud I_z z této fáze přes zbývající kondenzátory do neporušených fází. V okamžiku poruchy klesne v porušené fázi napětí na nulu a ve zbývajících neporušených fázích stoupne napětí proti zemi na hodnotu napětí sdruženého ($12,7 \times 1,732 = 22$ kV). To je nebezpečné pro připojená kabelová vedení vn, kde smí být izolace kabelů namáhána sdruženým napětím jen omezený počet hodin. Provozem vedení s jednofázovým zemním spojením by došlo ke snižování životnosti kabelových vedení. Prodlužováním vedení, nebo přibližováním vodičů vzrůstá kapacita,

a tím kapacitní proud vedení. Kapacitní proud vzrůstá i při vyšším napětí a vzrostl by též při použití vyššího kmitočtu. Tlumivka v uzlu trafa kapacitní proud omezuje. V běžné praxi je velikost tohoto proudu do 35 A. Zvětšováním vzdálenosti mezi vodiči narůstá složka X_L (jalový odpor reaktance), klesá kapacita mezi vodiči a naopak. Tato reaktance X_L by narůstala též zvyšováním kmitočtu a prodlužováním vedení. Při rozvodu stejnosměrným proudem jalová složka X_L nevzniká. Složka R (činný odpor rezistence) vzrůstá zmenšováním průřezu vodiče, použitím materiálu s horší vodivostí, prodlužováním vedení a nekvalitní montáží (přechodové odpory spojů). Všechny tyto vlastnosti vedení vn jsou nepříjemné a komplikují jeho provoz. Částečně se dají omezit konstrukcí, materiálem, pečlivou montáží.

Z čistě technického hlediska by bylo možné venkovní vedení vn provozovat s jednofázovým zemním spojením, v praxi se to však nedělá pro neúnosné riziko úrazu a možných škod. Pokles napětí v porušené fázi na nulu si ovšem nesmíme vykládat tak, že se můžeme libovolně přiblížit k spadlému vodiči. Přiblížení k vodiči nebo jeho dotek zůstávají životu nebezpečné situace.

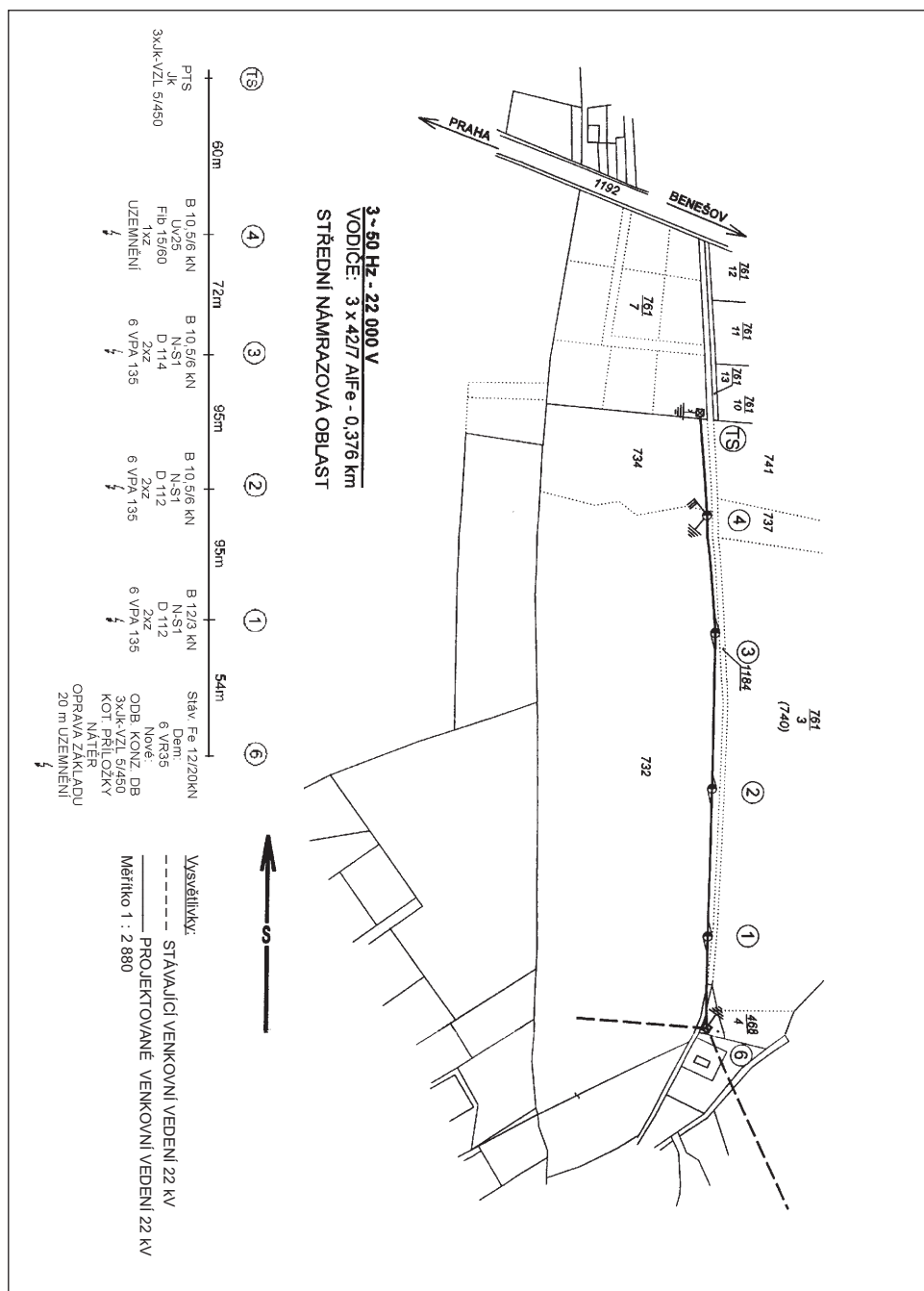
1.2 Zpracování projektové dokumentace

V současné době nejsou stanovena pevná pravidla pro vznik projektu. Dříve platné celostátní vyhlášky byly zrušeny, přesto však dále slouží projektantům jako podklad. Při zpracování projektu je nutné vycházet ze Stavebního zákona.

Investor stavby, případně provozovatel zařízení nechá u energetické společnosti zpracovat technické zadání, které slouží jako podklad k zahájení územního řízení na místně příslušném stavebním úřadě. Po získání souhlasu se stavbou od majitelů dotčených nemovitostí vydá stavební úřad rozhodnutí o umístění stavby. Následně se vypracuje vlastní projektová dokumentace, na jejímž základě vydá stavební úřad stavební povolení. Potom si investor zajistí dodavatele stavebně montážních prací a může se začít stavět.

Jedná-li se o malou stavbu, může projektant zpracovat přímo projektovou dokumentaci. Ta musí obsahovat všechny potřebné náležitosti k tomu, aby se stavba mohla bez potíží zrealizovat a uvést do provozu. K náležitostem patří průvodní zpráva, ve které je stručně popsáno, o co se jedná, kdo je investor stavby, kopie hlavních dokumentů, případně celkové náklady stavby. Následuje technická zpráva, kde jsou hlavní technické údaje, postup provádění prací, provedení ochrany. Dále projekt obsahuje seznam majitelů dotčených nemovitostí, soupis materiálu, případně rozpočty, schéma jištění a zejména stavební plány. Na stavebním plánu (výkresu) (obr. 2, str. 13) mají být uvedeny veškeré technické údaje o stavbě. Součástí projektové dokumentace je také určení místa pro zařízení staveniště.

Pro stavbu venkovních vedení vn platí od roku 1997 ČSN 33 3301.



Obr. 2 Příklad stavebního plánu z projektové dokumentace

1.3 Příprava stavby

Při zřizování nového vedení vysokého napětí nebo rekonstrukci stávajícího se obvykle jedná o akce, které skupině (četě) pracovníků budou trvat několik týdnů, případně i měsíců, a to podle velikosti stavby. Z tohoto důvodu je potřebné nejdříve vybudovat takzvané zařízení staveniště, kde budou pracovníci ubytováni nebo kam se uchýlí při nepohodě, převlékání, k přestávkám. Obvykle se v tomto místě zřídí i pomocný sklad materiálu.

Vhodné je vybudovat zařízení staveniště na odlehlém, klidném místě, kam je možné snadno zavést vodu a elektřinu, zřídít kanalizační přípojku a zajistit příjezd vozidel a uložení mechanismů. Při volbě místa je nutné vážit délku prací, roční období, nájem plochy, vzdálenost inženýrských sítí atd.

Bohužel nelze stanovit nějaký jednotný postup, protože konkrétní podmínky na každé stavbě jsou natolik rozdílné, že nezbyvá než se řídit zkušenostmi. V každém případě je důležitá dohoda s místní správou. V některých podnicích se uplatňuje způsob denního dojíždění. Pak je potřeba prostoru menší.

Před zahájením prací se musí provést poučení pracovníků, tzn. seznámit je s pracemi, které budou provádět, upozornit na obtížné situace a dodržování bezpečnosti práce. Toto poučení je nutné provést vždy při změně charakteru práce, například od zemních prací ke stavbě sloupů, od stavby sloupů k tažení vodičů. Pokud skupina pracuje pod dozorem (učni), musí být poučení prováděno denně, v případě nutnosti i během dne (ČSN 34 3100).

1.4 Organizace práce

Stavba vedení vn se dotýká zájmů jednotlivých občanů i obcí, přes jejichž katastr vedení povede. Z toho je nutné vycházet po příchodu čtyř na pracoviště. Vždy je lépe pro četu i pro postup prací s jednotlivými majiteli pozemků i s obcemi dobře vycházet a spolupracovat.

Získat souhlas k umístění podpěrných bodů od všech majitelů je v dnešní době značně obtížné. Proto se projektanti snaží držet původních tras a umístění jednotlivých bodů. Potom souhlas majitelů pozemků nepotřebují.

Elektrikář je spíše chápán jako nutné zlo. Vypíná proud právě v ten nejnemožnější čas, jezdí s traktorem po osetém poli, složí sloupy v místě, kde se místní otáčeli s kmením. Je třeba vzájemné ohleduplnosti. Při střetech zachovat chladnou hlavu, snažit se věci vysvětlit i pochopit a podle toho jednat. Majitelé polí poznají, že jsou stavbou obtěžováni jen na nezbytnou míru, a rádi montérům v případě nutnosti pomohou.

Práce má postupovat plynule a kompletně, aby nebylo nutné se později vracet na nedodělky. Z dlouhodobé praxe víme, že nekvalitní práce trvá stejně dlouho jako práce pořádná.

Je tedy dobré si připomenout některé obecné zásady montáží. Všechny železné konstrukce (pokud nejsou pozinkované) se natírají i v místech, která nejsou vidět (šrouby v patkách, velké podložky, pasy a objímky z vnitřní strany). Natírají se po montáži i pozinkované svorky. Šrouby M16, M20 a M24 na konstrukcích se utahují co nejvíce a přebytečné závity se po dotažení odřezávají. Svorky se dotahují pevně, ale nesmí dojít k překroucení šroubů nebo k poškození závítů. Vodiče se při montáži vazů nebo při uchycení do kotevních svorek chrání hliníkovou páskou 10 × 1 mm. Ochranné uzemnění se označuje zelenožlutými pruhy. S porcelánovými izolátory se musí zacházet opatrně, protože jsou křehké a snadno se poškodí. Rovněž izolátory z umělých hmot nelze považovat za nerozbitné.

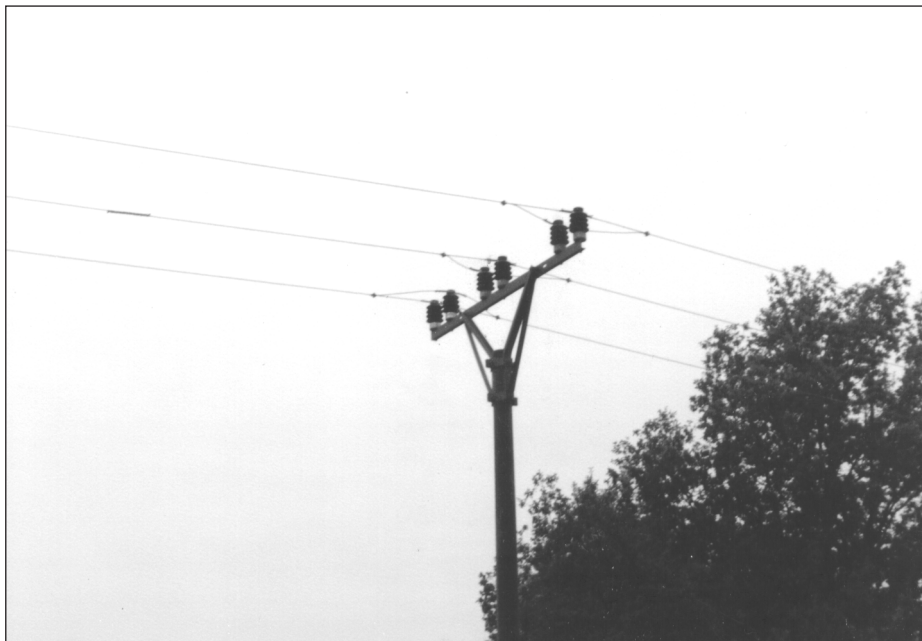
Betonové základy podpěrných bodů se dokončují hned po postavení. Dodatečné nastavování základu se nepříznivě projeví v životnosti a korozi oceli i betonu.

Během stavby se musí uklízet vše, co na pole v průběhu výstavby přibýlo a nebude hned namontováno, rovněž se nesmí nechat na polích válet demontované části starého vedení. Pokud byly zemní práce prováděny v zimě, je nutná jejich kontrola po oblevě a případně jejich doházení, došlo-li k propadnutí zeminy. Po skončení prací je nutno upravit terén do původního stavu.

2. Druhy venkovních vedení vysokého napětí

2.1 Vedení z holých vodičů na dřevěných nebo betonových sloupech

V minulosti i v současnosti to je nejrozšířenější způsob montáže venkovního vedení vn. Vodiče jsou na podpěrné body připevněny pomocí konzolí a porcelánových nebo plastových izolátorů. Tento druh vedení je i v současné době nejlevnější.



Obr. 3 Vedení vn na betonových sloupech

2.2 Vedení z holých vodičů na příhradových stožárech

Toto provedení se používá zejména na hlavní vývody z rozvodn, případně na propojení mezi rozvodnami.

Jeho výhodou je možnost uspořádání jako dvojvedení (existují však vedení troj- i čtyřnásobná) a použití silnějších průřezů než u vedení na betonových nebo dřevěných sloupech.

Tato vedení se staví jako „těžká“ s průřezy vodičů 110 mm². Většinou se používají závěsné izolátory a nad vedením umístěné zemní lano. Tím se docílí vyšší spolehlivosti přenosu.

2.3 Vedení z jednoduchých izolovaných vodičů

Toto provedení se začíná používat v současné době. Uspořádání vodičů na konzolích je obdobné jako u vedení s holými vodiči, ale vzdálenosti mezi vodiči jsou menší.