

Vplyv elektromagnetického poľa vonkajších vedení na ľudský organizmus

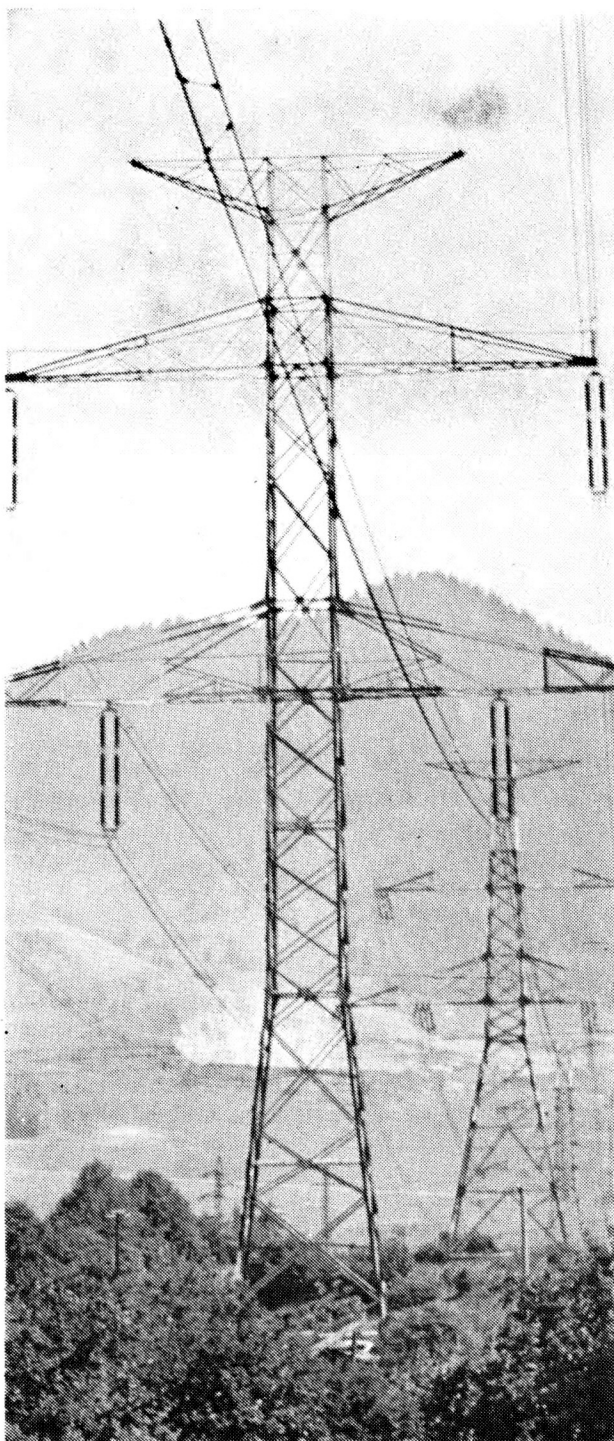
Napriek tomu, že v súčasnosti sa prísne posudzujú predovšetkým vplyvy tepelných a jadrových elektrární na životné prostredie našej krajiny, musíme sa zamýšľať aj nad sprievodnými javmi, ktoré nevyhnutne súvisia s prenosom elektrickej energie na veľké vzdialenosti vonkajšími vedeniami. Energetická sústava pozostáva zo stoviek kilometrov týchto vedení a ich vzhlad, ale často aj nekompromisné zasadenie do okolitej krajiny, nijako neprispievajú k jej príťažlivosti. S technickým rozvojom, plne rešpektujúcim ekonomické kritériá prenosu elektrickej energie, postupne rástlo menovité napätie vedení a s ním aj rozmery stožiarov, šírka lesných priesekov, resp. ochranných pásiem so zákazom ich trvalého osídlenia.

Až s využívaním vonkajších vedení so zvlášť vysokým napätím nad 750 kV v r. 1960—1965 sa vo svete začala venovať systematická pozornosť účinkom striedavého elektromagnetického poľa v okolí týchto vedení na živé organizmy. Človek spájal s elektrinou a jej účinkami na živé organizmy vždy určité tajomné predstavy, ktoré bolo treba vedecky potvrdiť, alebo vyvrátiť. Výsledky výskumov o účinkoch elektrického a magnetického poľa na ľudský organizmus sa zhruba pred dvoma rokmi premietli do záväzných ekologických noriem vyspelých západoeurópskych štátov. Aj keď sa u nás v súčasnosti prevádzkuje energetická sústava najviac s napätím 400 kV, vyskytujú sa v elektrických rozvodniach silné nehomogénne polia, pred ktorými treba obsluhujúci personál chrániť.

Neodmysliteľnou súčasťou nášho života je magnetické pole Zeme s indukciovou silou 0,04—0,05 mT a súčasne elektrické pole ionosféry s intenzitou 0,1—0,5 kV·m⁻¹. Elektrické a magnetické mikropole je dokonca späté s centrálnou nervovou sústavou a s reakciami nervového systému a svalov človeka. Jeho prejavy využívajú moderné diagnostické metódy pri EKG srdca, EEG mozgu, alebo v globálnej tomografii. Tieto polia tvoria prirodzené pozadie, ktoré môže ovplyvniť slnečná aktivita, geomagnetické búrky, počasie, alebo zosilniť cudzie vonkajšie elektromagnetické pole. Rušivo na nás pôsobí napr. výboj elektrostatického náboja indukovaného v tele človeka trením prádla z umelých vlákien o pokožku, česaním, alebo trením vzduchu o karosériu auta. Rovnako sa však indukuje náboj na

okolitých predmetoch a na tele človeka, ktoré sú v elektromagnetickom poli elektrického vedenia, elektrických strojov alebo spotrebičov. Extrémne sa prítomnosť elektrického a magnetického poľa v prírode prejavuje pri búrkach spontánnym bleskovým výbojom, ktorý sprevádzajú buď ničivé dynamické a tepelné účinky zasiahnutých objektov, alebo sa celkom bezpečne zvedie ochrannými bleskovodmi do zeme.

Prenos elektrickej energie na veľké vzdialenosti sa u nás bežne uskutočňuje vonkajšími vedeniami veľmi vysokého napätia (vvn) 110, 220, 400 kV. Od r. 1965 sa vo svete začalo intenzívne pracovať na realizácii projektov energetických sústav prevádzkovaných so zvlášť vysokým napätím (zvn). Najprv to bolo kanadsko-americké 735 kV vedenie spoločnosti Ontario Hydro Quebeck pre prenos energie z hydroelektrárne do vzdialených osídlených oblastí, potom sovietsko-maďarské a sovietsko-poľské 750 kV vedenia, určené ako južná a severná vetva prepojenia energetických sústav európskej časti ZSSR so štátmi západnej Európy. V súčasnosti sa vo svete prevádzkujú vedenia s napätím 1200 až 1500 kV. Postupné zvyšovanie napätia prenosových sústav nebolo samoúčelné, ale technicky nevyhnutné, aby sa znížili straty pri prenose elektrickej energie na veľké vzdialenosti. Vždy s prechodom na vyššiu hladinu napätia sa nevyhnutne muselo zvládnuť najprv množstvo technických problémov spojených s odizolovaním elektrických častí prenosového systému od potenciálu zeme, okolitých predmetov a živých organizmov. Rozmery stožiarov vonkajších vedení preto rástli (z pôvodnej výšky 12 m na dnešných 65 m) a ich konštrukcie čoraz väčšími zasahujú do ekológie krajiny. Prítomnosť vysokého napätia sa hrozivo prejavuje počutelným praskaním a sršaním náboja z povrchu vodičov, ale aj rušením rozhlasového a televízneho príjmu. Je to spôsobené vzrastom gradientu elektrického a magnetického poľa vedenia nad hodnoty prirodzeného zemského pozadia. Celkom logicky sa preto začína uvažovať o miere sekundárneho znehodnotenia životného prostredia a o prípustných ekologických hodnotách intenzity poľa v blízkom okolí vonkajších vedení.



Elektrické pole vonkajšieho vedenia

Intenzita elektrického poľa sa udáva v kilovoltoch na meter ($\text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$) a túto veličinu si môžeme pred-

staviť ako rozdiel potenciálu dvoch bodov priestorového poľa vzdialených od seba jeden meter. V bežnom živote sa dostávame do styku s elektrickým poľom domáчих elektrických spotrebičov, v blízkosti ktorých dosahuje jeho intenzita 0,1 až 0,5 $\text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$, vo vzdialenosti 0,3 m. Pri búrkach však môže vonkajšie elektrické pole dosiahnuť intenzitu 3 až 20 $\text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$. Intenzita elektrického poľa vonkajšieho vedenia závisí od jeho menovitého napätia, rozmerov stožiaru a usporiadania vodičov. Najsilnejšie je v strede rozpätia medzi dvoma stožiaru, v mieste, kde sú vodiče najbližšie k zemi, a prudko klesá s kolmou vzdialenosťou od osi vedenia. Elektrické pole nevniká do organizmu, ale indukuje na ňom povrchový elektrický náboj. Ak je človek nachádzajúci sa v elektrickom poli vedenia odizolovaný od zeme suchou obuvou s gumenou podrážkou, tak pri dotyku s iným, uzemneným predmetom vznikne iskrový výboj a telom pretečie kapacitný prúd. Sila iskrového výboja je úmerná gradientu elektrického poľa pod vedením a kapacite človeka oproti zemi. Iskrový výboj by nevznikol, ale telom človeka by tiekol kapacitný prúd vtedy, ak by bol človek trvale dobre uzemnený. Rozdiel medzi uvedenými dvoma prípadmi je teda len vo vonkajšom prejave prítomnosti elektrického poľa, pričom rozhodujúci je vždy telový prúd.

Iskrový výboj je spoľahlivý signál prítomnosti elektrického poľa, spojený s pocitom zľaknutia a podľa sily poľa až s lokálnym mikropopálením pokožky. S takýmito prejavmi sa obvykle stretávajú len školení pracovníci energetických zariadení. Zľaknutie pri preskoku iskry v prípade, že montér pracuje vo výške, môže spôsobiť jeho pád, až smrteľný úraz. Preto je nevyhnutné aby bol trvale dobre uzemnený. Maximálna intenzita elektrického poľa pod 400 kV vedením alebo v bežne prístupných miestach rozvodne dosahuje 10 až 15 $\text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$. Toto pole indukuje v ľudskom tele prúdy od 0,15 do 0,23 mA, ktoré ležia u 50 % osôb pod hranicou vnímateľnosti (0,36 mA). V porovnaní so spodnou hranicou svalových kontrakcií (ktorá je 9 mA u 0,5 % osôb) alebo so spodnou hranicou fibrilácie srdcového svalu (100 mA u 0,5 % osôb) sú tieto prúdy 40 až 700-krát slabšie. Hoci väčšina ľudí vníma elektrické pole vedenia bez akejkoľvek ujmy alebo ohrozenia zdravia, laboratórne pokusy dokázali, že veľmi nepatrné percento ľudí môže zaznamenať už elektrické pole s intenzitou od 1 do 5 $\text{kV} \cdot \text{m}^{-1}$. Je rovnako možné, že indukcia v kovových predmetoch nachádzajúcich sa pod vedením vyvolá u týchto osôb vnímateľné vybíjacie prúdy. To sa však dá vylúčiť jednoduchými technickými prostriedkami, ktoré obsahujú predpisy o uzemnení kovových predmetov. Preto sa asi pred 20-timi rokmi začali aj u nás objavovať na autách prídavné uzemňovacie pásiky z vodivej gumy, ktorých úlohou bolo zvisť z povrchu karosérie do zeme indukovaný náboj vznikajúci jednak v dôsledku trenia auta o vzduch, ale aj pri prejazde auta pod vonkajším vedením.

Magnetické pole vonkajšieho vedenia

Na rozdiel od elektrického poľa, ktorého intenzita závisí od menovitého napätia vedenia, je indukcia magnetického poľa závislá predovšetkým od prúdu tečúceho vedením. Pôvodné magnetické pole zeme s indukciou 0,04 až 0,05 mT sa pod vonkajším vedením s napätím 22 až 400 kV zväčší o 0,008 až 0,03 mT, v závislosti od prúdu pretekajúceho vedením. Indukcia magnetického poľa sa udáva v jednotkách Tesla (T), a predstavuje hustotu magnetických siločiar na plochu metra štvorcového.

V bežnom živote sa stretávame so zemským magnetickým poľom v okolí domácich spotrebičov (vo vzdialenosti 0,3 m) veľkosti od 0,001 do 0,01 mT. Pôsobením striedavého magnetického poľa a frekvenciou 50 Hz vznikajú v tele človeka vírivé prúdy, ktoré sú priamou príčinou našich fyziologických vnemov. Maximálna indukcia magnetického poľa pod 400 kV vedením alebo v bežne dostupných miestach rozvodne nadobúda hodnoty od 0,055 do 0,5 mT. Tieto hodnoty sú zreteľne nižšie, ako je prah vnímateľnosti magneticky podmieneného svietlkovania („iskrenia“) v očiach (5mT), bolesti hlavy (60 mT) alebo porúch srdcovej činnosti (1000 až 2000 mT). V bežnom živote na ulici, v domácnosti alebo v práci sa nachádzame v magnetickom poli, ktorého indukcia je rovnaká alebo väčšia, ako v poli pod vonkajším vedením.

Z toho vyplýva, že striedavé elektromagnetické pole u nás bežných vonkajších vedení a rozvodní s napätím 400 kV nemá žiadne krátkodobé účinky na zdravie ľudí, aj keď nemožno vylúčiť, že u senzitívnych osôb môžu vzniknúť ojedinelé krátkodobé reakcie. Logicky je preto potrebné zmieniť sa ešte o obávaných dlhodobých účinkoch. Približne 10 rokov sa vo svete diskutovalo o súvislosti medzi magnetickým poľom a nádorovými ochoreniami alebo leukémiou. Dokázalo sa, že krátkodobé účinky magnetického poľa nemajú žiaden vplyv na zdravie človeka. Na objasnenie jeho dlhodobých účinkov sa museli vypracovať rozsiahle epidemiologické štúdie. Počas niekoľkých rokov pozorovali vedci zdravotný stav väčšieho počtu osôb, žijúcich a pracujúcich v blízkosti vysokonapäťového vedenia, pričom doposiaľ u nich nezistili žiadne poškodenie zdravia vyvolané prítomnosťou striedavého elektromagnetického poľa. Podľa výskumov Svetovej zdravotníckej organizácie pracovníci energetických zariadení nemusia mať vplyvom pôsobenia striedavého elektromagnetického poľa žiadne obavy o svoje zdravie. Avšak aj napriek optimistickým výsledkom prebieha v tejto oblasti ďalší výskum, s cieľom odhalíť aj tie najnepatrnejšie účinky na zdravie človeka. Výskum dlhodobých účinkov sa v súčasnosti vykonáva predovšetkým v Kanade, Francúzsku a vo Švédsku.

Pôvodný predpoklad časového obmedzenia pobytu školeného personálu v elektrickom poli podľa sovietskej normy z r. 1965 sa výskumom nepotvrdil. Vychádzal len zo subjektívnych pocitov osôb, ktoré sa po prvýkrát dostali do blízkosti dovtedy nerealizovaných energetických zariadení s napätím 750 kV a boli nútení trvale si to uvedomovať, čo ich psychicky vyčerpávalo. Odttedy sa pokročilo tak ďaleko, že práce sa vykonávajú nielen v blízkosti potenciálu, ale aj priamo na ňom, keď montér sedí a pracuje na fázovom vodiči zapnutého vedenia. Technicky sa vyriešil z prírody odporovaný jav sadania vtákov na vodiče elektrických vedení.

Všetky vonkajšie vedenia sú vyprojektované so zreteľom na prípustné hodnoty elektrického a magnetického poľa tak, že sa dodržiavajú predpísané vzdialenosti vodičov od zeme a iných objektov aj pri kritických klimatických podmienkach. Človek prechádzajúci pod vedením nie je za normálnych okolností nijako ohrozený. Objektívne možno konštatovať, že ekológia krajiny je vo väčšej miere zasiahnutá tvarom a rozmermi stožiarov vedenia a lesnými priesekmi v ich okolí, ako ich elektromagnetickým poľom.

