

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autorka: Tatiana Výbošťoková

Název práce: Effects of solar activity in power-distribution grids

Studijní program a obor: Fyzika, Astronomie a astrofyzika

Rok odevzdání: 2019

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: RNDr. Pavel Hejda, CSc.

Pracoviště: Geofyzikální ústav AV ČR, v. v. i.

Kontaktní e-mail: ph@ig.cas.cz

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/opponenta:

Práce zkoumá statistickými metodami, zda a do jaké míry ovlivňuje zvýšená sluneční a geomagnetická aktivita poruchovost elektrických rozvodných sítí. Práce je členěna do šesti kapitol doplněných o Úvod a Závěr.

Kapitola 1. Teorie shrnuje základní fakta o dějích na Slunci a v meziplanetárním prostoru a jejich vlivu na geomagnetickou aktivitu. Dále popisuje průběh geomagnetické bouře a uvádí dva důležité indexy geomagnetické aktivity: DST index, který charakterizuje zejména prstencový proud, a K index, charakterizující neregulární variaci horizontální složky geomagnetického pole v tříhodinovém intervalu.

Vzhledem k tomu, že na K indexu je založena celá statistická analýza vlivu geomagnetické aktivity na poruchy sítě, musím se ke K indexu vyjádřit podrobněji. K index se stanovuje tak, že se od obou horizontálních složek geomagnetického pole odečte regulární denní variace a spočítá se tříhodinový rozsah (range). Pro každý interval se vezme větší z obou hodnot a pomocí tabulky (Table 1.1 v diplomové práci) se tato hodnota převede na číslici 0 až 9 (viz http://isgi.unistra.fr/what_are_kindices.php). V práci stojí že „K index is a semi-logarithmic quantity describing changes in the amplitude of the horizontal component of Earth’s magnetic field“ a je zmíněna i regulární denní variace. Z textu není zřejmé, že se jedná o dvě složky, spíše to vypadá, že jde o variaci ve velikosti. V kapitole 2 je uvedeno, že K index byl počítán standardním způsobem pomocí tříhodinových maximálních odchylek. Není jasné, že by byla odečtena regulární denní variace. To samo o sobě není nikterak jednoduchá záležitost. Pro výpočet K indexu bylo vypracováno několik algoritmů a sestaveny počítačové kódy, v nichž je právě eliminace regulární části denní variace klíčovým bodem. Observatoře (včetně Budkova) K indexy počítají a na požádání je možno je získat. K indexy nejsou on-line na portálu INTERMAGNETu, pouze na CD definitivních dat.

Pokud nebyla při výpočtu indexu odečtena regulární denní variace, nejsou závěry práce touto chybou výrazně ovlivněny, protože nás zajímá vysoká geomagnetická aktivita, kde regulární variace představuje poměrně malý příspěvek. Pokud byl ale index počítán z variace velikosti horizontálního magnetického pole, pak nebyla vůbec zohledněna složka Y (východní) magnetického pole, protože složka X byla v tomto období přibližně 20 000 nT a složka Y jen 1 000 nT.

Kapitola 2. Data poskytuje základní fakta o elektrické síti VN v České republice, včetně mapy. Pro vypracování diplomové práce se podařilo získat data o poruchách v síti od tří distribučních společností. Defekty v síti jsou rozděleny do 12 skupin podle operátora, napětí na síti a typu zařízení, na němž k chybě došlo. Podmínkou operátorů bylo, že data budou anonymizována. Podle délky časové řady na Fig. 2.2 lze rozlišit, které skupiny jsou od jednoho operátora. Skupiny jsou označeny D1 až D12. Uvítal bych informaci, jakému datu odpovídá den 0 (možná jsem to někde přehlédl).

O výpočtu K indexu bylo již pojednáno.

Kapitola 3. Metodika popisuje v první části práci Schrijver and Mitchell (2013), která se stala inspirací pro diplomovou práci. Uchazečka ale zvolila jiný postup, a to porovnání počtu výpadků v období zvýšené geomagnetické aktivity s počty výpadků v období s nízkou geomagnetickou aktivitou a s počty výpadků v náhodně vybraných obdobích.

Kapitola 4. Statistické metody definuje zvolené metody, popisuje počítačový kód a prezentuje výsledky.

Autorka definuje pracovní hypotézu: rozdíl mezi poruchami zaznamenanými v geomagneticky aktivních obdobích a geomagneticky klidných obdobích jsou nahodilé. Alternativní hypotéza pak říká, že tyto rozdíly jsou statisticky významné. Hypotéza je testována třemi metodami: binomickým testem, modifikovaným „case-control“ testem, který je podílem četností poruch

v intervalech se zvýšenou a nízkou geomagnetickou aktivitou (relativní risk), a testem kumulace poruch, který porovnává počet poruch v časovém okně dané délky před maximem aktivity a po maximu. Programy pro statistickou analýzu byly vytvořeny v PYTHON 3.6.

Výpočty byly provedeny pro časová okna 120, 100, 90,80, ..., 30, 20 dní. Delší časové okno vede k přílišnému shlazení, a navíc podmínka, že se okna nemohou překrývat, značně omezuje počet případů. Časové okno 10 dní naopak zvyšuje úroveň šumu a vnáší i velmi mělká maxima a minima. Výsledky jsou prezentovány přehledně v tabulkách. Oceňuji, že v samotném textu jsou vloženy pouze tabulky a grafy pro časové okno 70, 50 a 30 dní a zbývající jsou v příloze. Text je tak přehlednější. Komentář výsledků je věcný a přiměřeně detailní.

Kapitola 5. Geoelektrické pole doplňuje předchozí statistickou analýzu modelováním. Byl popsán jednoduchý model výpočtu geoelektrického pole z variace geomagnetického pole pro aproximaci pevné Země vodivě homogenním poloprostorem a byl sestaven počítačový kód v PYTHONu. Další podkapitola podává přehled vztahů pro proudy indukované geomagnetickým polem v rozvodné síti popsané uzemněnými uzly a vodiči o známém odporu. Jelikož nejsou dostupná data popisující celou síť, byl proveden pilotní výpočet na dvou dálkových vedeních v ČR, jednom v severo-j jižním a jednom ve východo-západním směru.

Pro výpočet geoelektrického pole a proudu ve vodičích byly vybrány dny, v nichž byla na území Česka viditelná polární záře. Grafy elektrického pole jsou na obrázcích a maximální hodnoty elektrického pole a proudů indukovaných ve vedeních jsou shrnuty v tabulce. Jde o zajímavý výsledek, který ukazuje, že vlivem geomagnetické aktivity mohou ve vysokonapěťových střídavých vedeních téct stejnosměrné proudy i několika desítek Amper.

Kapitola 6. Diskuze věcně komentuje získané výsledky. Mám jen poznámku k větě: GIC are the only measurable manifestation of the solar activity effects on the Earth except for the observations of polar lights (str. 52, ř. 5). I samotné magnetické pole je měřitelným projevem sluneční aktivity, stejně jako koncentrace elektronů a např. iontů železa v ionosféře. Měřitelných projevů by se jistě našlo i více.

Závěr práce pak stručně shrnuje výsledky. K této části nemám žádné připomínky.

HODNOCENÍ: Tatiana Výbošťoková přistoupila tvůrčím způsobem k zadanému problému, zvolila vhodné statistické metody pro studium vlivu sluneční nebo geomagnetické aktivity na poruchy v rozvodné síti a provedla i modelový výpočet odhadu velikosti geomagneticky indukovaných proudů ve vedení vysokého napětí. K dosažení těchto cílů prostudovala rozsáhlou literaturu.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Bude potřeba vyjasnit, jak byl počítán K index.

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a