

Žijeme uvnitř elektrického obvodu

Když lidé slyší výraz *vesmírné počasí*, mohou si představit sluneční erupce narušující satelity nebo polární záři třpytící se v polární noci. V jádru však vesmírné počasí není nic exotického, je to pouze chování nabitých částic proudících ze Slunce.

Vnější vrstvy Slunce tvoří kypící plazma: tak horké, že elektrony a protony již nejsou vázány v atomech, ale pohybují se volně. Jako obrovský filament ve vakuové trubici Slunce neustále vyzařuje tento elektricky vodivý fluid jako **sluneční vítr**. Ten proudí ven přes sluneční soustavu rychlostí stovek kilometrů za sekundu a nese s sebou elektrony, protony, alfa částice a zamotané magnetické pole.

Vesmírné sondy v bodě L1 – milion kilometrů proti proudu od Země – měří sluneční vítr v reálném čase. Říkají nám, kolik elektronů, protonů a těžších iontů přichází a jak rychle. Za klidných podmínek má vítr mírný přebytek elektronů, takže meziplanetární prostor nese slabě negativní náboj.

Když ze Slunce vybuchne **koronální výron hmoty (CME)**, rovnováha se mění. Obrovské bubliny plazmatu a magnetického pole se šíří vesmírem a narážejí na magnetický štít Země. Na pólech část této energie proudí dolů podél linií magnetického pole a excituje atomy kyslíku a dusíku do světélkujících závěsů zelené a červené barvy: **polární záře severní** na severní polokouli a **polární záře jižní** na jižní.

Země je v tomto prostředí ponořena miliardy let. Vodivá tělesa ponořená do plazmatu nezůstávají neutrální; hromadí náboj. Během geologického času se Země ustálila na mírně **negativním elektrickém potenciálu vzhledem k jejímu vesmírnému prostředí**.

Tento poznatek je naším přechodem z vesmíru na oblohu: pokud je Země negativní a prostor nad ní je zalit elektrony a protony, jak se vyrovnává náboj v samotné atmosféře? Odpovědí je **ionosféra**.

Ionosféra a pole klidného počasí

Ionosféra začíná přibližně 50 km nad zemí a sahá do stovek kilometrů. Tam sluneční ultrafialové světlo a přicházející částice odtrhávají elektrony od atomů, čímž zanechávají řídký plyn iontů. Pro nás na zemi se zdá vzduch jako izolant. Ale s rostoucí výškou ionizace rychle narůstá a vodivost stoupá o několik řádů.

Ionosféra byla objevena ve 20. letech 20. století, nikoli fyziky, ale rádiovými inženýry. Edward Appleton a jeho kolegové si všimli, že rádiové vlny někdy cestují daleko za horizont. Signály se odrážely od vodivé vrstvy vysoko nad zemí – co nyní nazýváme **vrstvy E a F** ionosféry. Tato „zrcadlo na obloze“ umožnilo globální vysílání a za svou práci získal Appleton Nobelovu cenu.

Ale ionosféra má hlubší význam než jen rádio. Představte si Zemi jako vodivou kouli nesoucí negativní náboj a ionosféru jako pozitivně nabitou skořápku desítky kilometrů vysoko. Mezi nimi leží atmosféra: není dokonalým vakuem ani dokonalým izolantem, ale netěsným dielektrikem. Společně tvoří **kulový kondenzátor**, nabitý přibližně na **+250 000 voltů**.

Na zemi se tento potenciál projevuje jako **atmosférické elektrické pole klidného počasí**: přibližně **+100 až +300 voltů na metr**, směřující dolů. Jinými slovy, pozitivní ionosféra přitahuje elektrony nahoru, takže povrch zůstává relativně negativní. Protože vzduch se s výškou stává vodivějším, většina tohoto poklesu napětí se odehrává v nejnižších 10–15 km – v **troposféře**, kde se nacházejí všechny mraky a počasí.

Za klidných podmínek je toto pole stabilní, modulované pouze globálním rytmem všech bouřek na světě – denním cyklem zvaným **Carnegieho křivka**. Tento klidný základ však připravuje scénu pro drama bouřek.

Bouřky jako elektrické stroje

Uvnitř rostoucího kumulonimbusového mraku se střetávají triliony ledových částic a kapíček. Každá nese ionty: H^+ a OH^- , které jsou ve vodě neustále přítomny. Okolní elektrické pole ovlivňuje, jak se tyto náboje pohybují. Malé ledové krystaly mají tendenci získávat pozitivní náboj a jsou unášeny vzhůru stoupavými proudy, zatímco těžší ledové krupky shromažďují negativní náboj a klesají do středních vrstev.

Výsledkem je **tripólová struktura**:

- **hlavní oblast negativního náboje** ve výšce 4–7 km,
- **pozitivní oblast** na vrcholu mraku (10–12 km),
- někdy **sekundární pozitivní vrstva** poblíž základny.

Tato separace odráží slavný experiment z 19. století. V roce 1867 *Lord Kelvin* – známý především díky termodynamické teplotní škále – postavil zařízení pouze z kapající vody, kroužků a kbelíků. **Kelvinův vodní kapkový generátor** využíval drobných iontových nerovnováh v padajících kapkách. S chytrou indukcí se tyto výkyvy posilovaly, dokud z přístroje nevyskočily jiskry dlouhé tisíce voltů.

Kelvinovo stolní zařízení bylo miniaturou bouřky. Mraky jsou prostě větší verzí stejné tovarny na náboje, poháněné gravitací, konvekcí a kolizemi.

Většina blesků, které vidíme, pochází z negativní střední vrstvy vybíjející se na zem. Ale někdy uvolní svůj náboj horní pozitivní oblast. Tyto **pozitivní blesky** jsou mnohem silnější, nesou větší proudy a dosahují desítky kilometrů do stran – nechvalně známé „blesky z čistého nebe“. Jsou vzácné, ale smrtící, a jsou opakem pole klidného počasí: pozitivní vrchol mraku se vybíjí přímo na Zemi.

Každá bouřka tedy funguje jako **generátor**, pumpující pozitivní náboj nahoru do ionosféry a negativní náboj dolů na zem. Dohromady ~2 000 aktivních bouřek na Zemi udržuje glo-

bální potenciál 250 kV, doplňuje to, co by jinak uniklo. Bouřky nejsou jen jevy počasí; jsou to **elektrárny planetárního elektrického obvodu**.

Bouřky sahající do vesmíru

Po staletí se věřilo, že blesky jsou omezeny pod základnu mraku. Ale obvod funguje oběma směry. Bouřky se také vybíjejí **nahoru**, do ionosféry, někdy až do blízkého vesmíru.

V 90. letech satelity hledající kosmické výbuchy gama záření objevily něco nečekaného: milisekundové záblesky gama záření ze samotné Země. Tyto **terestrické záblesky gama záření (TGF)** vznikají, když elektrická pole na vrcholu bouřky zrychlují elektrony na téměř relativistické rychlosti, narážejí do molekul vzduchu a emitují gama záření. Bouřka se stává **přírozeným urychlovačem částic**, konkurujícím strojům vytvořeným člověkem.

Dlouho předtím, než to satelity potvrdily, piloti na velkých výškách šeptali o podivných světlech: červených zářích, modrých kuželech, halo podobných prstencích nad bouřkami. Piloti U-2 v 50. letech mohli být mezi prvními, kdo je viděli, ale jejich zprávy byly zamítnuty jako optické iluze. Teprve koncem 20. století je zachytily kamery:

- **Červené sprite:** obrovské výboje ve tvaru medúzy sahající 80–90 km.
- **Modré trysky:** úzké modré kužele od vrcholů bouřek až do 50 km.
- **Elves:** rozšiřující se červené prstence ve výšce 90 km, způsobené elektromagnetickými pulzy blesků.

Společně tvoří **přechodné světelné jevy (TLE)** – skryté blesky oblohy, spojující bouřky s ionosférou. Dokazují, že bouřky nejsou lokální, ale globální aktéři, vstříkující energii a částice nahoru, narušující šíření rádiových vln, oběžné dráhy satelitů, dokonce i radiační pásy.

Začali jsme s vesmírným počasím jako něčím, co je Zemi vnucováno. Nyní vidíme opak: **Země sama generuje vesmírné počasí** prostřednictvím svých bouřek.

Život uvnitř obvodu

Nyní je obrys jasný: Země, ionosféra a vesmír jsou svázány v globálním elektrickém obvodu. Přesto tento témat nešikovně spadá mezi disciplíny.

- **Astronomové a vesmírní fyzici** se zaměřují na sluneční bouře a magnetosféry.
- **Meteorologové** studují mraky, srážky a blesky na zemi.
- **Geofyzici** zkoumají zemětřesení a sopky, které také narušují elektrická pole.

Výsledkem je, že atmosférická elektřina propadá mezerami. Standardní zprávy o počasí uvádějí teplotu, tlak, vítr a vlhkost – ale ne **statické atmosférické pole**, i když ho lze měřit jednoduchým měřičem pole.

Proč ho měřit?

Už máme modely. Síť blesků (Blitzortung, ALDIS, EUCLID) ukazují aktivitu bouřek v reálném čase sledováním **sferiků**, rádiových pulzů blesků. Proč nepostavit totéž pro **statická**

elektrická pole?

Taková síť by mohla:

- Dát **včasné varování před pozitivními blesky**, nejvíce nebezpečnými údery.
- Sledovat **vývoj bouřek**: růst pole signalizuje konvekci; změny polarity signalizují rozpad.
- Ukázat **spojení s vesmírným počasím**, propojující CME a kosmické záření s poli na úrovni země.
- Poskytnout vědecký základ pro mnohé, kteří říkají, že „cítí počasí“ ve svých tělech.

Volání k observatořím

Mnoho observatoří již měří atmosférickou elektřinu, ale data jsou roztroušená a skrytá. Koordinované globální úsilí nazvané **GLOCAEM** (Globální koordinace měření atmosférické elektřiny) bylo zahájeno před několika lety a propojuje přibližně 20–30 stanic z Evropy, Asie, Afriky a Amerik. Některé z těchto míst – jako Observatoř Conrada v Rakousku, Lomnický štít na Slovensku a Eskdalemuir ve Skotsku – mají dlouhou historii nepřetržitého monitorování gradientu potenciálu.

Na rozdíl od sítí blesků, jako je Blitzortung, však tyto datové toky zůstávají převážně v rukou výzkumníků. Grafy v reálném čase existují, ale nejsou široce propagovány ani navrženy pro veřejné použití. Pro většinu lidí – dokonce i pro studenty fyziky – je atmosférické pole stále neviditelné.

To je ta mezera: ne měření, ale přístupnost. Co je potřeba, je **překlad vědeckých archivů do veřejných panelů a otevřených API**, stejným způsobem, jak sítě sferiků umožnily sledování aktivity bouřek každému v reálném čase. Vrstva občanské vědy nad stávajícími výzkumnými sítěmi by mohla uzavřít smyčku – proměnit skryté grafy observatoří v živou „pátou proměnnou počasí“.

Dokončení obrazu

Žijeme uvnitř elektrického obvodu. Země je negativní deskou, ionosféra je pozitivní a bouřky jsou generátory. Blesky jsou pouze nejviditelnějším příznakem. Sprite, trysky, gama záření a proudy klidného počasí jsou zbytkem.

Přenesení tohoto skrytého rozměru počasí do veřejného pohledu – otevřením dat a budováním sítí – by dokončilo naše chápání oblohy. Dalo by nám lepší nástroje pro předpověď, nové poznatky o klimatu a zdraví a obnovilo by pocit úžasu: uvědomění, že svět, po kterém chodíme, nejen rotuje ve vesmíru, ale září, hučí a jiskří uvnitř planetárního elektrického stroje.