

MAGNEETTINEN MAAPALLOMME

OPETUSMATERIAALIN TEORIAPAKETTI



Itä-Suomen yliopiston
LUMA-KESKUS



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Sisällysluettelo

1. Magnetismin käsitteitä	2
2. Maan magneettisuus	3
2.1. Kallioperän magneettisuus	3
2.2. Maan monet navat.....	3
2.3. Maan ulkoinen magneettikenttä	4

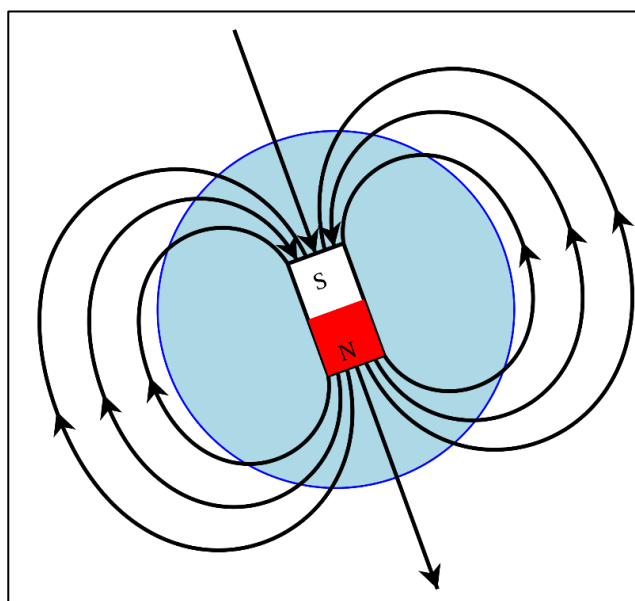
MAGNEETTINEN MAAPALLOMME

1. Magnetismin käsitteitä

Magneettisuus on seurausta siitä, että liikkeessä olevat sähkövaraukset, kuten elektronit, aiheuttavat ympärilleen magneettikentän. Tämän ilmiön täsmällinen selitys vaatii kvanttifysiikan periaatteiden ymmärtämistä, joten nyt ajatellaan liikkeessä olevien elektronien toimivan kuin ne olisivat pieniä alkeismagneetteja; magneettisen aineen ajatellaan koostuvan lukuisista alkeismagneeteista. Sähkövirrat luovat ympärilleen magneettikenttiä myös silmin havaittavassa maailmassa. Esimerkiksi sähkövoimalinjojen ympärille muodostuu magneettikenttä aina, kun voimalinjassa kulkee sähkövirta. Tämän takia kompassiin voi aiheutua häiriöitä, mikäli kompassia käytetään sähkölinjan välittömässä läheisyydessä. Magneettikenttä kuitenkin heikkenee nopeasti etäisyyden kasvaessa.

Magnetoituminen on ilmiö, jossa aine muuttuu magneetiksi ulkoisen magneetin avulla. Magnetoitumisessa aineen alkeismagneetit suuntautuvat samaan suuntaan, mikä aiheuttaa aineelle magneettikentän. Esimerkiksi rauta on ominaisuuksiensa takia helposti magnetoituva materiaali. (National Geographic.) Magneetit voivat olla **kestomagneetteja**, jolloin ne säilyttävät magneettikenttensä magnetoitumisen jälkeen. Kestomagneetteja voidaan valmistaa **ferromagneettisista** aineista, kuten raudasta ja nikkelistä. **Paramagneettiset** aineet pysyvät magneettisina ainoastaan ulkoisessa magneettikentässä. **Sähkömagneetit** ovat magneettisia silloin, kun niiden läpi kulkee sähkövirta.

Kaikki magneetit koostuvat **pohjois** (N)- ja **etelänavoista** (S). Merkiltään samanlaiset navat (esim. N ja N) hylkivät toisiaan synnyttäen työntävän voiman, kun taas merkiltään vastakkaiset (esim. S ja N) navat vetävät toisiaan puoleensa synnyttäen vetävän voiman. Magneettinen olio synnyttää ympärilleen magneettikentän, joka suuntautuu aina pohjoisnavalta etelänavalle päin ja joka on voimakkaimmillaan navoilla (ks. kuva oikealla).



Kaavakuva magneettikentästä (Kuvan lähde: Wikimedia Commons).

2. Maan magneettisuus

Geomagnetismi on geofysiikan ala, joka tutkii Maan magneettikenttää ja siihen liittyviä ilmiöitä (Nevanlinna 2009: 9). Maan magneettikentän muodostumiseen vaikuttaa Maan sisäiset ja ulkoiset tekijät. Nykyisen tietämyksen mukaan Maan nestemäisessä ulkoytimessä tapahtuvat sulan aineksen konvektiovirtaukset ovat keskeisessä asemassa magneettikentän muodostumisen kannalta. Ulkoytimen sisältämä metallipitoinen ja magneettinen aines luo sähkövirtoja kiertäessään virtauksina. Sähkövirrat puolestaan luovat muuttuvia magneettikenttiä, jotka ylläpitävät sähkövirtoja. Ulkoytimessä tapahtuvat sulan aineksen virtaukset saavat energiansa Maan sisäytimessä tapahtuvasta aineiden radioaktiivisesta hajoamisesta, jossa vapautuu lämpöä. Sisäytimen lämpö puolestaan lämmittää ulkoytimen sulaa materiaalia, joka nousee ylöspäin kohti vaippaa. Maan akselinsa ympäri pyörimisestä johtuva coriolis-voima puolestaan vaikuttaa osaltaan virtauksiin muuttaen ne pyörteisiksi samaan tapaan kuin esimerkiksi vallitsevien tuulien tapauksessa. Magneettikentän synnyttäviä pyörteisiä virtauskeskuksia arvioidaan olevan Maan ytimestä 10-15. Keskuksia ovat läpimitaltaan muutamia tuhansia kilometriä ja sijoittuvat pohjoiselle ja eteläiselle pallonpuoliskolle, joissa ne kiertävät vastakkaisiin suuntiin. (Nevanlinna 2009: 114-115.)

2.1. Kallioperän magneettisuus

Kallioperässä rautapitoiset, ferromagneettiset mineraalit magnetoituvat Maan magneettikentän vaikutuksesta voimistaen sitä. Mineraalien magneettikenttä muodostuu kulloisenkin Maan magneettikentän mukaisesti. Yleisiä magneettisia mineraaleja ovat magnetiitti ja magneetikiisu. (Mertanen ym. 2017: 12-13.) Magmakiviin kuuluvien syväkivien syntyessä malmimineraalit jähmettyvät ensin. Esimerkiksi magnetiittia esiintyy yleisesti tummissa magmakivissä. (Geologia.fi.) Kallioperän magneettisuudesta ja magneettisuuden vaihtelusta luotuja karttoja voidaan hyödyntää esimerkiksi malminetsinnässä, sillä kallioperän magneettisuuden vaihtelut osoittavat kivilajimuodostumien sijoittumisen ja muuttumisen (Grönholm (toim.) ym.: 59).

2.2. Maan monet navat

- **Maantieteelliset navat** määritetään Maan pituusakselin mukaisesti, jolloin pohjoisnapa sijaitsee maapallon pituusakselin pohjoispäässä ja etelänapa akselin eteläpäässä.
- **Magneettiset navat:** Sulan ulkoytimen magneettisten pyörrekeskusten navat ovat magneettisia napoja. Magneettisissa navoissa tapahtuu vaihtelua sen mukaisesti, kuinka ulkoytimen virtausten

sekä näiden synnyttämien sähkövirtojen ja magneettikenttien voimakkuus ja sijoittuminen vaihtelevat. Magneettiset navat eivät siis vastaa maantieteellisiä tai geomagneettisia pohjois- ja etelänapoja.

- **Geomagneettiset navat** määritetään puolestaan sen perusteella, mihin asemaan sauvamagneetti asettuisi, jos siinä ei tapahtuisi pyörrevirtausten aiheuttamaa vaihtelua. Geomagneettiset ja magneettiset navat ovat kuitenkin käänteiset suhteessa maantieteellisiin napoihin. Magneettinen etelänapa sijaitsee maantieteellisessä pohjoisessa, kun taas magneettinen pohjoisnapa sijaitsee maantieteellisessä etelässä. (Ilmatieteen laitos.) Magneettisten napojen vaeltaminen aiheuttaa virhettä kompasseihin, sillä kompassin pohjoisneula kääntyy magneettista etelänapaa kohti, mikä ei kuitenkaan vastaa maantieteellistä pohjoista, jota käytetään kartoissa. (Nevanlinna 2009: 115).

2.3. Maan ulkoinen magneettikenttä

Magnetosfääri (*magneettikehä*) syntyy Maan ympärille Maan sisäisen magneettikentän seurauksena ulottuen kauaksi avaruuteen. Magnetosfääri on elintärkeä maapallon elämän kannalta, sillä se suojaa Maatamme Auringon lähettämältä haitalliselta hiukkassäteilyltä. Auringon pinnalla jatkuvasti tapahtuvien purkausten seurauksena syntyy pitkälle avaruuteen eteneviä hiukkaspurkauksia (*aurinkotuuli*). Aurinkotuuli litistää Maan magnetosfäärin Auringon puoleisen reunaman iskurintamaksi ja puolestaan venyttää vastakkaisen puolen pitkäksi pyrstöksi. Maan magnetosfäärin ulkorajaa kutsutaan *magnetopausiksi*. Suurin osa aurinkotuulen hiukkasista ei saavuta Maata, vaan ne jäävät magnetosfäärin muodostamiin magneettisiin kenttiin ja ohjautuvat Maan sivuille säteilyvyöhykkeille. Magnetosfäärin läpäisevät hiukkaset ohjautuvat Maan napa-alueille, jossa magneettikenttä on voimakkaimmillaan. Sähköisesti varautuneet hiukkaset törmäävät Maan yläilmakehässä happi- ja typpi-atomeihin virittäen ne. Atomien viritystilän purkautuminen vapautuu valona, mikä näkyy maanpinnalle taivaalla loimuavina revontulina. (Ilmatieteen laitos.)

Lähteet:

Grönholm, S. (toim.), Alviola, R., Kinnunen, K. A., Kojonen, K., Kärkkäinen, N. & Mäkitie, H. Retkeilijän kiviopas. Geologian tutkimuskeskus (GTK). 1-92.

Kaavakuva magneettikentästä. Wikimedia Commons. 28.12.2019

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earths_Magnetic_Field_Confusion.svg>

Magmakivien luokittelu. Geologia.fi. 30.01.2019.

<<http://www.geologia.fi/index.php/2018/06/25/magmakivien-luokittelu/>>

Magnetism. National Geographic. 23.01.2019.

<<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/magnetism/>>

Mertanen, S., Säävuori, H., Leväniemi, H., Nousiainen, M. & S. Vuoriainen. (2017). Remanentti magnetoituma ja sen merkitys magneettisessa tulkinnassa: Osa 1. Geologian tutkimuskeskus (GTK).

Nevanlinna, H. Geomagnetismin ABC-kirja. Ilmatieteen laitos: Raportteja 2009: 1. 1-204.

The Earth's Magnetic Field: An Overview. British Geological Survey. 21.01.2019.

<<http://www.geomag.bgs.ac.uk/education/earthmag.html>>