



## Uhka taivaalta

Hannu Karttunen

**Ufouskovaiset ovat pelotelleet meitä kauhutarinoilla, joissa humanoidit sieppaavat ihmisiä tuskallisiin kokeisiinsa. Näiden nykyajan kummitusjuttujen takia yöuntaan on turha menettää. Sen sijaan on parempi murehtia avaruudessa vaanivia ihan todellisia vaaroja, jotka saattavat uhata ihmiskuntaa ja koko elollista luontoa. Mahdollisia uhkatekijöitä ovat aurinkokunnan pienkappaleiden kuten asteroidien ja komeettojen törmäykset, tähtien supernovaräjähdykset ja gammasäteipurkaukset. Ensinmainittuja vastaan meillä on jonkinlaisia mahdollisuuksia suojautua.**

Kun riittävän suuri asteroidi tai komeetta törmää Maahan, törmäyksestä jää muistoksi iso kuoppa, kraatteri. Maassa eroosio kuitenkin kuluttaa hävityksen jäljet nopeasti, viimeistään muutaman kymmenen tai sadan miljoonan vuoden kuluessa. Maapallon pinnalta on silti tunnistettu puolentoistasataa törmäyskraatteria. Suomessa mm. Lappajärvi ja Lumparnin selkä Ahvenanmaalla ovat tällaisia kraattereita.

Törmäykset olivat paljon runsaampia aurinkokunnan hehkuessa nuoruuden intoa viisi miljardia vuotta sitten. Komeetta Shoemaker-Levyn törmäys Jupiteriin vuonna 1994 osoitti, että suurtenkin kappaleiden törmäykset ovat mahdollisia yhä edelleen. Maassa esimerkkejä historiallisena aikana tapahtuneista törmäyksistä ovat nelisentuhatta vuotta vanha Viron Kaalijärven kraatteri ja 1908 syntynyt Tunguskan kraatteri.

Supernovaräjähdykset ja gammasäteilyn pulssit eivät jätä samanlaisia näkyviä jälkiä Maan pinnalle. Kaikilla katastrofeilla on kuitenkin saattanut olla vaikutusta eliöstöön. Eliöstön suuret tuhot saattavat jotenkin liittyä taivaallisiin katastrofeihin, mutta niistä on vaikea päätellä, millaisiin.

Permikaudella noin 250 miljoonaa vuotta sitten katosi suurin osa merieliöiden lajeista. Vaikka tämä joukkotuho joskus liitetäänkin tähtitieteellisiin ilmiöihin, yhteys ei ole mitenkään selvä. Syynä lienee ollut ainakin suureksi osaksi ilmaston muutos, joka aiheutui mannerlaattojen liikkeestä. Pangaian suurmantereen muodostuessa merenpinta laski ja elämälle suotuisat matalat merialueet vähenivät voimakkaasti.

Toinen massatuho tapahtui liitukauden lopulla noin 65 miljoonaa vuotta sitten, jolloin jäättiläisliskot kuolivat sukupuuttoon. Jukatani niemimaalta on löytynyt merkkejä samoihin aikoihin tapahtuneesta asteroidin törmäyksestä, jolla on ehkä ollut osuutensa joukkotuhossa. Liskojen valta-asema oli tosin jo alkanut heikentyä nisäkkäiden kehityessä. Mahdollisesti törmäys aiheutti ilmaston jäähtymistä, joka sitten oli lopullinen isku jäättiläisliskoille.

Olipa törmäyksillä osuutta massatuhoihin tai ei, kraatterit osoittavat joka tapauksessa, että katastrofeja tapahtuu. Tunguskan räjähdys kaatoi metsää 2000 neliökilometrin alueelta. Jos vastaava kappale osuisi nyt tiheään asutulle seudulle, seuraukset olisivat tuhoisat.


## NEO:t

Asteroidit ovat planeettoja paljon pienempiä kappaleita. Useimmat tunnetuista asteroideista ovat vain muutaman kilometrin läpimittaisia, muodoltaan epäsäännöllisiä kappaleita. Suurin osa asteroideista kiertää Aurinkoa Marsin ja Jupiterin välisellä asteroidivyöhykkeellä. Osa asteroideista tulee kuitenkin hyvin lähelle Maan rataa. Tällaisia NEOja (Near Earth Object) tunnetaan nykyisin muutamia satoja. Kaikkiaan yli kilometrin läpimittaisia NEOja arvioidaan olevan noin 1500 ja yli 50 metrin mittaisia jopa miljoona. Nämä ovat kappaleita, jotka joskus saattavat törmätä Maahan.


Asteroidit ovat melko tummia kappaleita ja heijastavat vielä niihin osuvasta valosta suurimman osan valon tulosuuntaan. Näiden ominaisuuksien ja pienen koon vuoksi asteroideja voidaan yleensä havaita vain niiden ollessa Maasta katsottuna suunnilleen Auringon vastakkaisella puolella.

Toisen NEO-ryhmän muodostavat komeetat. Ne lienevät






syntyneet nykyisen planeettajärjestelmän ulkolaidoilla, josta ne ovat häiriöiden vaikutuksesta levittäytyneet aurinkokuntaa ympäröiväksi Oortin pilveksi. Lähtähtien aiheuttamien häiriöiden vuoksi komeetta voi joutua radalle, joka tuo sen lähelle Aurinkoa. Planeettojen häiriöt saattavat muuttaa rataa niin, että komeetta jää kiertämään Aurinkoa.




Komeetan ydin on muutaman kilometrin tai korkeintaan muutaman sadan kilometrin läpimittainen "likainen lumipallo". Komeetan lähestyessä Aurinkoa siitä alkaa purkautua ainetta, joka muodostaa Auringosta pois päin osoittavan pyrstön. Purkaukset vaikuttavat rakettimootorin tavoin ja voivat muuttaa rataa ennustamattomalla tavalla.




Ennestään tuntemattomien komeettojen löytämisen ongelma on, että ne voivat lähestyä mistä suunnasta tahansa. Asteroidit sen sijaan ovat yleensä melko lähellä aurinkokunnan tasoa, joten niiden etsiminen on hiukan helpompaa.


### Tuhovaikutukset




Törmäyksen vaikutukset riippuvat kappaleen koosta ja nopeudesta. Pieniä kappaleita on enemmän, joten niitä myös osaa Maahan useammin kuin isoja. Siksi suurten kappaleiden aiheuttamat suurkanatstrofit ovat paljon harvinaisempia kuin pienet onnettomuudet.




Mitään selvää jaksollisuutta törmäyksissä ei ole. Olettamalla kappaleille jokin järjevä kokojakauma voidaan kuitenkin arvioida, kuinka usein erilaisia katastrofeja on keskimäärin odotettavissa.



Pienimmät kappaleet, joiden koko on alle 20 metrin luokkaa, räjähtävät ilmakehän yläosissa. Vaikka räjähdysten energia voi vastata yli megatonnin pommia, sillä ei ole vaikutuksia maanpinnalla. Tällaisten tapahtumien tyypillinen aikaväli on muutama kymmenen vuotta. Jos törmäävän kappaleen koko on 20-100 metriä, vapautuva energia on yli 10 megatonnia. Tällainen räjähdys aiheuttaa paikallista tuhoa, joka riippuu törmäyspaikasta. Törmäysten tyypillinen aikaväli on 100 vuoden kertalukua. Esimerkiksi Tunguskan räjähdys oli tätä suuruusluokkaa.




Jos törmäävän kappaleen koko on muutaman kilometrin luokkaa, räjähdysten energia on yli 100 000 megatonnia. Tällainen törmäys aiheuttaa maapallonlaajuisia tuhoa. Huomattava osa väestöstä kuolee. Törmäyksessä ilmaan nousevat hiukkaset aiheuttavat ydintalven kaltaisen ilmiön, mistä seuraa lyhytaikaisia ilmastomuutoksia, sadon tuhoutumista ja sitä kautta lisätuhoa. Tällaisten katastrofien tyypillinen aikaväli on yli 100 000 vuotta, siis samaa luokkaa kuin aika viimeisimmän jääkauden alusta nykyhetkeen.




Yli 10 kilometrin kokoisen kappaleen törmäys aiheuttaa joukkotuhon, jossa suurin osa eliöstöstä tuhoutuu. Törmäyksellä on pitkäaikaisia ilmastovaikutuksia. Näin suurten katastrofien keskimääräinen aikaväli on kymmeniä miljoonia vuosia.


### Miten NEOilta voi suojautua?




Nykyisten ydinaseiden avulla on periaatteessa mahdollista hajottaa lähestyvä pienehkö taivaankappale tai muuttaa sen rataa niin, että törmäys voidaan välttää. Tämä edellyttää kuitenkin, että törmääjä havaitaan riittävän ajoissa.



Mahdolliset törmääjäasteroidit ovat valitettavasti pieniä ja himmeitä kappaleita ja lähestyvät suunnasta, josta niitä on vaikea havaita. Käyttökelpoisin keino onkin kartoittaa näiden kappaleiden radat ennakoita, jolloin törmäyskurssilla olevat kappaleet voidaan tunnistaa jo useita ratakierroksia ennen törmäystä.



Kansainvälisen Spaceguard-ohjelman tarkoituksena on löytää kaikki kilometriä suuremmat lähiasteroidit. Tämä on mahdollista nykyisellä havaintotekniikalla, mutta työllistää useita suurehkoja kaukoputkia vuosikausiksi. Pienempien tuhojen uhkaa tämäkään ei riitä täysin poistamaan. Ohjelman vaikeutena on, kuten onnettomuuksien ennaltaehkäisyssä usein muutenkin, että päättäjät huolestuvat asiasta vasta, kun ensimmäinen suuronnettomuus on jo tapahtunut.



Komeetoilta suojautuminen on vaikeampaa, sillä Oortin pilvestä tulee koko ajan uusia kappaleita ja vieläpä täysin satunnaisista suunnista. Siksi ne vaativatkin jatkuvaa seuranta. On arvioitu, että kilometriä suuremmista komeetoista löydetään kaikkiaan 85 % ja noin kolme

neljänestä havaitaan yli kolmen kuukauden varoitusajalla. Täydellinen varoitusjärjestelmä vaikuttaa toistaiseksi mahdottomalta.

## Supernovat

Kosmisessa mittakaavassa asteroidien ja komeettojen törmäykset ovat hyvin vaatimattomia tapahtumia. Tähtiin liittyvät ilmiöt ovat aivan toista kertaluokkaa.

Kun tähden energiantuotto lakkaa, se luhistuu kokoon. Ydinreaktiot käynnistyvät uudelleen, jolloin miljoonia tai miljardeja vuosia fuusioreaktorin tavoin rauhallisesti toiminut tähti räjähtää suunnattoman vetypommin tavoin. Räjähdyksessä tähden ulko-osat lentävät hajalle supernovana. Asteroidin törmäys on tähän verrattuna kuin tulitikun raapaisu atomipommin rinnalla.

Supernovaräjähdyksessä tähden kirkkaus kasvaa nopeasti noin satamiljoonakertaiseksi ja alkaa sitten vähentyä muutaman vuorokauden kuluttua. Suurin osa energiasta vapautuu kuitenkin neutriinoina, jotka eivät vuorovaikuta muun aineen kanssa juuri lainkaan. Tähden ympärille jää tuhansiksi vuosiksi laajeneva kaasupilvi, ja sen aineet joutuvat kierrätykseen seuraavien tähtisukupolvien rakennusaineeksi.

Tähden massan on oltava noin puolitoista Auringon massaa, jotta se voisi räjähtää supernovana. Aurinko ei siis voi koskaan kokea tällaista kohtaloa. Aurinko kyllä laajenee noin viiden miljardin vuoden kuluttua jättiläistähdiksi ja siinä samalla polttaa Maan karrelle, mutta se on taas toinen juttu.

Supernovia ei juuri pystytä ennustamaan. Kandidaatteja ovat kehityksen loppuvaiheessa olevat epäsäännöllisesti sykkivät jättiläistähdet. Lähimmistä tähdistä useimmat ovat pieniä ja himmeitä, joten ne eivät koskaan voi räjähtää supernovana. Osa taas on kehityksensä vakaassa vaiheessa. Aivan lähiympäristössämme juuri räjähtämäisillään olevia tähtiä ei onneksi paljoa ole. Paras ehdokas on Betelgeuze, johon matkaa on kuitenkin useita satoja valovuosia.

Jos Betelgeuze räjähtää, suuret neutriinoilmaisimet havaitsevat lisääntyneen neutriinovuon. Ultraviolettipulssi ionisoi ilmakehän atomeja, mikä saattaa aiheuttaa radiohäiriöitä. Tähti kirkastuu satoja kertoja täysikuuta kirkkaammaksi. Silti havaittava säteily jää suurimmillaankin hyvin paljon Auringon säteilyä heikommaksi, ja jo muutaman päivän kuluessa se alkaa nopeasti laskea. Muutaman vuoden kuluttua tähti alkaa näkyä laajanevana kaasupilvenä. Tuhansien vuosien kuluttua kaasu saavuttaa aurinkokunnan, mikä havaitaan lisääntyneenä kosmisena hiukkassäteilynä. Tämä voi aiheuttaa keskimääräistä enemmän mutaatioita, mutta ei muuten välitöntä vaaraa. Tähden suuren etäisyyden vuoksi vaikutukset jäänevät vähäisiksi.

## Gammapurkaukset



Gammapurkaukset ovat hyvin voimakkaita lyhytaaltoisen säteilyn purkauksia. Niitä on sanottu maailmankaikkeuden rajuisimmiksi ilmiöiksi sitten alkuräjähdyksen. Jos jokin lähitähti aiheuttaisi tällaisen pulssin, se tuhoaisi maapallolta kaiken elollisen lähes välittömästi.

Voimakas vaihe kestää vain muutaman sekunnin, jonka jälkeen säteily heikkenee nopeasti. Siksi kohteiden optisten vastineiden tunnistaminen on ollut tavattoman vaikeaa ja onnistunut vasta aivan äskettäin. Säteily ei pääse ilmakehän lävitse; se ionisoi ilmakehän yläosien atomeja, ja näin ilmakehä estää hengenvaarallisen säteilyn pääsyn maanpinnalle saakka. Ilmakehän vuoksi gammasäteilyn havaitsemiseen tarvitaan satelliitteja. Viime aikoina on kehitetty järjestelmää, jonka avulla tieto satelliitin tekemästä havainnosta välittyy automaattisesti maanpäälliselle optiselle kaukoputkelle, joka havaitsee kohdetta viimeistään muutaman minuutin kuluttua pulssista. Näiden havaintojen avulla saadaan toivottavasti lähiaikoina lisää tietoa gammapulsseista.

Pulssin aiheuttava mekanismi on toistaiseksi tuntematon. Näyttää kuitenkin siltä, että kyseessä ovat hyvin kaukaiset ulkopuoliset kohteet, joten ne eivät aiheuta vaaraa.

Mutta eihän sitä koskaan tiedä ...

*Fil. tri Hannu Karttunen työskentelee Tuorlan observatoriossa. Karttunen on saanut Valtion*



*tiedonjulkistamispalkinnon sekä Tieto-Finlandia-palkinnon kirjastaan "Vanhin tiede. Tähtitiedettä kivikaudesta kuulentoihin" (Tähtitieteellinen yhdistys Ursa 1996). Oheinen kirjoitus perustuu esitelmään Turun Kirja- ja Tiedemessuilla 17.10. järjestetyssä "Mitä todella tapahtuu" -seminaarissa, jonka järjestivät Tieteellisten seurain valtuuskunta yhdessä Tähtitieteellinen yhdistys Ursan kanssa.*

