



Antti-Jussi Lindroos<sup>1</sup> ja Hannu Ilvesniemi<sup>2</sup>

## Metsämaan kalsiumin ja magnesiumin rapautumisnopeus graniitista ja gabrosta koostuvilla kivennäismailla sekä maan muokkauksen vaikutus rapautumiseen

---

**Lindroos A.-J., Ilvesniemi H.** (2023). Metsämaan kalsiumin ja magnesiumin rapautumisnopeus graniitista ja gabrosta koostuvilla kivennäismailla sekä maan muokkauksen vaikutus rapautumiseen. *Metsätieteen aikakauskirja* 2023-23007. Tutkimusseloste. 2 s. <https://doi.org/10.14214/ma.23007>

**Yhteystiedot** <sup>1</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Luonnonvarat, Helsinki; <sup>2</sup>Luonnonvarakeskus (Luke), Tuotantojärjestelmät, Helsinki

**Sähköposti** [antti.lindroos@luke.fi](mailto:antti.lindroos@luke.fi)

**Hyväksytty** 15.8.2023

**Seloste artikkelista** Lindroos A.-J., Ilvesniemi H. (2023). Weathering rates of Ca and Mg related to granitic and gabbro mineralogy in boreal forest soils and the effect of mechanical soil disturbance on weathering release. *Silva Fennica* vol. 57 no. 1 article id 10648. <https://doi.org/10.14214/sf.10648>

---

Emäskationien (Ca, Mg, K, Na; kalsium, magnesium, kalium, natrium) kierto metsäekosysteemissä on riippuvainen näiden aineiden vapautumisesta mineraalien rapautumisesta. Rapautuminen muodostaa suuruudeltaan merkittävän emäskationien ainevirran metsäekosysteemissä laskeuman tai karikkeen mukana metsämaahan tuleviin ainemääriin verrattuna. Mekaaninen maan muokkaus sekoittaa maannosvyöhykkeen podsolimaannokselle tyypillistä horisonttijärjestystä, mikä voi vaikuttaa emäskationien rapautumisnopeuteen. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää Ca:n ja Mg:n rapautumisnopeudet viidelle borealiselle metsämaakohteelle Etelä-Suomessa. Kohteet sijaitsevat graniitista tai gabrosta koostuvilla kivennäismailla. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää mineralogian vaikutus geokemiallisiin totaalipitoisuuksiin sekä rapautumisnopeuksiin. Toisena tavoitteena oli selvittää mekaanisen maan muokkauksen (aurauksen) vaikutus mineraalimaan Ca- ja Mg-pitoisuuksiin gabroalueella.

Tutkimusalueiden maannostyyppi oli arenosoli tai podsoli. Maaperänäytteet kerättiin maannoksen huuhtoutumiskerroksesta (E-horisontti), rikastumiskerroksesta (B-horisontti), vaihettumisvyöhykkeestä (BC-horisontti) ja muuttumattomasta pohjamaasta (C-horisontti). Alkuaineiden geokemialliset totaalipitoisuudet määritettiin XRF-laitteella. Ca:n ja Mg:n rapautumisnopeudet laskettiin määrittämällä näiden aineiden hävikki E- ja B/BC-horisonteista maannoskehityksen eli 10000–11500 vuoden aikana. Laskenta perustuu mineraaliaineksen ja sen sisältämien Ca- ja Mg-määrien hävikkiin maannoksen pintakerroksesta verrattuna muuttumattomaan pohjamaahan,

ja tämä voidaan määrittää zirkoniumin (Zr) hyvään rapautumiskestävyyteen perustuen. Maannoskehityksen aikainen ainehävikki lasketaan vuositasolle rapautumiseen kuluneen ajan avulla. Lisäksi tutkittiin maan muokkauksen vaikutus Ca- ja Mg-pitoisuuksiin 17 vuoden aikana avohakkuusta ja aurauksesta. Edelleen selvitettiin emäskationien rapautumismäärien merkitys kiertoajan kuluessa (70 vuotta) verrattuna päätehakkuussa poistuviin Ca- ja Mg-määriin eteläsuomalaisissa kuusikoissa.

Mineraalien rapautuminen ja emäskationien vapautuminen maannoksen ylimmissä horisonteissa verrattuna muuttumattomaan pohjamaahan heijastui kaikilla kohteilla Ca- ja Mg-totaalipitoisuuksien alentumisena E- ja B/BC-horisonteissa verrattuna C-horisonttiin. Koska Zr on rapautumista vastaan erittäin kestävä, sen pitoisuus vastaavasti oli kohonnut kivennäismaan pintaosassa. Ca:n ja Mg:n yhteenlaskettu rapautumisnopeus vaihteli tutkimuskohteilla 5–38 mmol<sub>c</sub> m<sup>-2</sup> vuodessa. Rapautumismäärät olivat suurimmat gabrosta koostuvalla kivennäismaakohteella. Myös Ca:n ja Mg:n geokemialliset totaalipitoisuudet olivat korkeimmat gabrokohteella. Gabrokohteella helposti rapautuvien mineraalien määrä oli suurin, mikä heijastui korkeina Ca- ja Mg-pitoisuuksina.

Maaperän kerrosrakenteen sekoittuminen maan muokkauksen yhteydessä lisäsi selvästi Ca:n ja Mg:n rapautumismääriä maan pintaan paljastuneessa kivennäismaassa (BC-horisontti). Tämä ilmeni Ca- ja Mg-pitoisuuksien selvänä alentumisena jo 17 vuoden aikana maan muokkauksesta. Vastaavasti Zr-pitoisuus kohosi, mikä indikoi kivennäismaan rapautumista. Ca:n ja Mg:n voimakas vapautuminen mineraalien rapautumisessa maan muokkauksen jälkeen maan pintaan paljastuneissa kerroksissa johtuu todennäköisesti siitä, että aikaisemmin vähemmän rapautunutta mineraaliainesta joutuu maan pinnalla alttiiksi voimakkaammalle rapautumiselle. Samanlainen ilmiö on aikaisemmin havaittu sekundäärisille alumiiniyhdisteille, joiden on todettu liukenevan helposti aurauksen jälkeen maan pinnassa. Biologisista syistä johtuva rapautuminen on keskeinen ilmiö maan muokkauksen jälkeen. Taimien istutus ja pintakasvillisuuden nopea kehitys johtavat ravinteiden ottoon ja orgaanisen aineen kertymiseen, mitkä ovat tärkeitä rapautumista edistäviä tekijöitä maan pintaan paljastuneissa kivennäismaakerroksissa. Kariketta kertyy myös maan pinnalle nopeasti, ja siitä liukenevan orgaanisen aineen tiedetään lisäävän mineraalien rapautumista.

Ca:n ja Mg:n vapautuminen mineraalien rapautumisessa muodostaa tärkeän ravinnesyötteen metsäekosysteemin ravinnetaseen kannalta kiertoajan kuluessa verrattuna vastaaviin hakkuissa poistuviin ravinnemääriin. Maan muokkaus näyttäisi edelleen lisäävän ravinteiden vapautumista mineraalien rapautumisessa verrattuna muokkaamattomaan maahan. Häiriintymättömässä maassa Ca:n rapautumismäärä kiertoajan kuluessa ei aivan riittänyt kompensoimaan kokopuun korjuussa poistuvia Ca-määriä. Sen sijaan kolmella kohteella rapautuminen kompensoi runkopuun korjuun sisältämän Ca-määrän. Mg:n rapautumismäärä häiriintymättömässä maassa kiertoajan kuluessa riitti kompensoimaan runkopuun korjuun ravinnepoistuman ja useimmissa tapauksissa myös kokopuunkorjuun ravinnepoistuman. Rapautumisen lisäksi metsäekosysteemiin tulee kalsiumia ja magnesiumia laskeuman mukana, mikä on otettava huomioon ravinnetaseissa.