

# ePOOKI

OULUN AMMATTIKORKEAKOULUN TUTKIMUS- JA KEHITYSTYÖN JULKAISUT ISSN 1798-2022

ePooki 14/2019

## Havaintoja vivianiittia sisältävästä maaprofiilista Vaalassa

Yli-Halla Markku, Suomela Raija

25.3.2019 ::

**Vivianiitti on rautafosfaattimineraali, jota on ammoin saostunut sedimenttiin. Sen tunnistaa kirkkaan sinisestä väristä. Vaalassa tutkittiin turvepelto, jossa oli paikoitellen vivianiittia noin 60–80 cm:n syvyydessä maan pinnasta, hieman pohjamaana olevan karkean hiedan yläpuolella. Maan helppoliukoisien fosforin pitoisuudet vivianiittikerroksessa ja sen yläpuolisessa maassa olivat korkeat tai arveluttavan korkeat, mikä estää lannan levityksen tälle pellolle. Varastofosforin pitoisuudet olivat hämmästyttävän suuret, peräti 10–20-kertaisia tavanomaisiin maihin nähden. Tulokset osoittavat, että korkea fosforipitoisuus voi olla myös maan luontainen ominaisuus. Sen sijaan kaliumpitoisuus oli lähes kaikissa kerroksissa huonossa viljavuusluokassa. Maassa ei myöskään ollut mainittavia määriä varastokaliumia, mikä tekee viljelystä hyvin haastavaa varsinkin nurmiviljelyssä, missä käytössä tutkittu pelto on pitkään ollut. Pellon sadontuottokykyä voidaan todennäköisesti lisätä huomattavasti riittävällä kaliumlannoituksella.**

Vivianiitti on rautaa ja fosforia sisältävä mineraali, jota esiintyy paikoitellen maaperässä ja sedimentissä. Sen kaava on  $\text{Fe}^{2+}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ . Rauta-atomien tilalla voi olla myös muita kaksiarvoisia metalleja, kuten mangaania, magnesiumia, nikkeliä, sinkkiä tai kobolttia, jolloin mineraalilla on muu nimi. Koska rautaa on luonnossa runsaasti, tämä alkuaine on vivianiitin valtakatoni. Vivianiittia saostuu vahvasti pelkistyneissä oloissa kuten runsaasti orgaanista ainesta sisältävissä järvi-, suo- tai kosteikkosedimenteissä. Paljastuessaan maasta vivianiitti on aluksi vaaleanruskeaa, harmaata tai lähes väritöntä, mutta sitä sisältävä maa-aines muuttuu pian tummansiniseksi joutuessaan hapellisiin oloihin. Väriin muutos tapahtuu raudan hapettuessa kaksiarvoisesta kolmiarvoiseksi. Vuonna 1949 ilmestyneessä V.T. Aaltosen ym. laatimassa Suomen maalajeja käsittelevässä julkaisussa [1] vivianiitista todetaan seuraavaa: "Vivianiitti on rautafosfaatti, jota tavataan mykiömäisinä esiintyminä varsinkin eräissä kunnissa Oulujoen eteläpuolella. Se on tuoreena saippuamaista, vaalean harmaata, mutta hapettuessaan tulee kauniin sinivihreäksi, joka väri kuitenkin vähitellen harmaantuu. Savessa ja sen sukuisissa maissa sitä esiintyy vain pieninä suomumaisina täplinä, turpeissa sideriitin kanssa yhdessä jopa 2 m paksuina mykiöinä."

Vaalassa tutkittiin 15.10.2018 nurmiviljelyssä oleva turvepelto (kuva 1), jossa on vivianiittia. Pellon ojat oli perattu/syvennetty muutamia päiviä aikaisemmin, ja nyt ojan luiskissa oli nähtävissä kirkkaita tummansinisiä kohtia (kuva 2), joiden perusteella vivianiitti yleensä tunnistetaan. Tarkastellulla pellolla, jolla turpeen paksuus oli 20 cm–4 m, vivianiittia esiintyi katkonaisesti. Ojassa sitä oli paikoitellen muutaman metrin vyöhykkeinä, jotka olivat erittäin selvärajaisia ja enintään 30 cm paksuja. Vyöhykkeet olivat lähellä kivennäismaan ja turpeen rajaa. Vyöhykkeet voivat olla avo-oihin nähden poikittain olevia pitkiä juonteita tai pienehköjä linssejä.



KUVA 1. Tutkitun pellon yleisnäkymä. Ojat on juuri perattu ja kaivuumassat levitetty pellolle (kuva: Markku Yli-Halla)



KUVA 2. Vivianiittia sisältävän kerroksen tunnistaa kirkkaan sinisestä väristä (kuva: Markku Yli-Halla)

Tehdyt havainnot tukevat sitä käsitystä, että vivianiitin sininen väri syntyy auringon valon vaikutuksesta, niin kuin kirjallisuudessa toisinaan mainitaan, eikä pelkästään siten, että tämä mineraali joutuisi hapettomista, veden kyllästämistä oloista ilmavaan ympäristöön. Tutkitun pellon vivianiittikerrokset olivat 60–80 cm:n syvyydessä. On lähes mahdotonta, että maa olisi syvään avo-ojitetulla pellolla tuolla syvyydellä jatkuvasti veden kyllästämää ja pelkistyneessä tilassa, eli olosuhteissa, joiden yleensä katsotaan suosivan raudan



esiintymistä kaksiarvoisessa  $\text{Fe}^{2+}$ -muodossa. Vivianiittipitoisen maa-aineksen sininen pintakerros oli äärimmäisen ohut (kuvat 3 ja 4), vain millimetrin osia, eikä siitä ollut mahdollista ottaa näytettä tavanomaisin välinein. Kokkare, joka oli ollut päiväkausia ilmassa oloissa, ei siis ollut muuttunut läpikotaisin siniseksi vaan värin muutos oli tapahtunut pelkästään valolle alttiissa pinnassa.



KUVA 3. Vivianiittikokkare, joka on ulkopinnaltaan sininen ja sisältä vaaleanharmaa (kuva: Markku Yli-Halla)



KUVA 4. Keskellä näkyvä vaalea alue on sinisen pinnan takaa paljastunutta harmaata hapettumatonta vivianiittipitoista maa-ainesta (kuva: Markku Yli-Halla)

Maasta otettiin näytteet horisonttikohtaisesti ja ne analysoitiin Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:ssä. Tavanomaisen viljavuusanalyysin perustutkimuksen lisäksi määritettiin mikroravinteista Cu, Zn ja Mn. Näytteistä määritettiin myös HCl-uuttainen P, K ja Ca. Tätä kutsutaan varastoravinteiden määrittämiseksi, koska HCl liuottaa näitä ravinteita huomattavasti enemmän kuin viljavuusanalyysin uuttomeste. Tuloksen katsotaan kuvastavan sitä varastoa, josta kyseistä ravinnettä voi tulla helpoliukoiseen muotoon. Lisäksi määritettiin hehkutuskevennys, joka kuvastaa jollain tarkkuudella maan orgaanisen aineksen pitoisuutta.

## Maakerrosten silminnähettävät ominaisuudet

Pintamaa 40 cm:n syvyyteen saakka oli eloperäistä, ja sen orgaanisen aineksen pitoisuus oli saraturpeen ja multamaan rajamailla (taulukko 1). Tällä syvyydellä ei ollut havaittavissa erillisiä taskuja, joissa olisi ollut kivennäismaata. On silti mahdollista, että eloperäisen aineksen pitoisuus pintamaassa on aiemmin ollut suurempi, koska ojien kaivuussa noussut kivennäismaa voi aikojen kuluessa olla sekoittunut pintamaahan tasaisesti.

TAULUKKO 1. Vaalan maan horisontit ja niiden ominaisuuksia

Näyte-numero	Horisontti ja syvyys cm	Horisontin ominaisuuksia	Hehkutuskevennys
1	Op, 0–20	Tumman punaruskea (10R 2,5/2, 2.5 YR 2,5/2) <b>multamaa</b>	37 %
2	O, 20–40	Tumman punaruskea (10R 2,5/2, 2.5 YR 2,5/2) <b>multamaa</b>	32 %
3	2Bw, 40–60	Ruskeankeltainen (10YR 6/6) tarkemmin määrittelemätön <b>kivennäismaa</b> ja musta (10YR 2/1) <b>turvepoikittaisina</b> raitoina. Prismamaisia kokkareita, jotka murenevat kulmikkaiksi kokkareiksi.	17 %
4	2C1, 60–82	Katkonainen <b>vivianiittikerros</b> . Tummansininen (5BP 3/12) ohut pinta, jonka alla vaaleanharmaata tai vaaleankeltaista (2,5Y 7/2–3) ja tummaa harmaanruskeaa (2,5Y 4/2) maa-ainesta. Massiivinen.	21 %
5	3O, 82–107	Musta (2,5Y 2/1) <b>saraturve</b> ; joitain rautapillejä vanhojen juurikanavien ympärillä. Massiivinen.	80 %
6	4C, 107–150	Harmaa (5Y 5/1) <b>karkea hieta</b> . Massiivinen.	0,6 %

Välittömästi vivianiittikerroksen päällä ollut horisontti (40–60 cm) oli heterogeeninen. Siinä oli selvästi kahdenvärisiä kerroksia: vaaleahkoa, hietamoreenia muistuttavaa ainesta ja mustaa turvetta. Näiden osuudet vaihtelivat ojaluisan eri kohdissa. Tässä horisontissa oli vahva rautahydroksidien stabiloima kokkarerakenne, mikä osoittaa sen olleen kuivana pitkiä aikoja. Sen alapuolella olevan vivianiittikerroksenkin on siksi täytynyt olla hapellisessa tilassa. Vaikuttaa vahvasti siltä, että tämä horisontti sisältää Aaltosen ym. edellä mainitussa julkaisussa [\[1\]](#) sideriittiä tai rautaokraa: "Rautakarbonaatti eli sideriitti on hapettumattomana hyvin edellisen (vivianiitin) kaltainen. Luonnontilassakin lähdevedet ovat sen kuitenkin tavallisesti hapettaneet erilaisiksi raudan oksideiksi, enemmän tai vähemmän ruskeaksi, jopa punaruskeaksikin. Rautakarbonaatin on todettu sisältävän miltei aina myös fosforihappoa, jopa n. 2–3 % (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Rautaokra, jota usein tavataan edellisten kanssa yhdessä on kellanruskea, rautaoksidien sekoittuma. Se lienee tavallisesti syntynyt rautakarbonaateista tai hydroksideista sekä eräissä tapauksissa myös rautabakterien toiminnan tuloksena." Aaltonen ym. toteavat näiden rautamineraalien myös usein esiintyvän yhdessä vivianiitin kanssa.

Vivianiittipitoinen horisontti (60–82 cm) oli sekä ylä- että alaosastaan hyvin terävärainen. Siinä ei ollut minkäänlaista rakenteen muodostusta. Vivianiittihorisontin alla oli musta turvekerros, jonka sisältämän aineksen hehkutuskevennys oli peräti 80 %. Se oli siis koko maaprofiilin eniten orgaanista ainesta sisältävä kerros, ikään kuin muinaisjärven pohjalle olisi aikanaan sedimentoitunut lähes pelkkää humusta. Myös turvekerroksen ja sen alla olevan karkean hiedan raja oli hyvin terävä. Vaalea karkea hieta oli väriltään homogeenista ja sisälsi tuskin lainkaan rautasaostumia. Tämä viittaa sen olleen veden kyllästämää kaiken aikaa. Nyt kaivetut tai peratut ojat olivat noin 150 cm syviä, ja niiden pohjalla oli kymmenkunta senttiä vettä. Paikoitellen ojan pohjalla oli paljon kellanruskeaa rautasakkaa (kuva 5). Indikaattoripaperilla mitaten vedessä ei ollut liukoista rautaa, ja veden pH oli neutraali.





KUVA 5. Ruostesaostuma ojan pohjalla (kuva: Markku Yli-Halla)

## Maan kemialliset ominaisuudet

Koko maa oli hyvin hapan (taulukko 2). Kolme horisonttia edusti pH:n osalta huonoa viljavuusluokkaa. Syvemmillä maassa on happaman sulfaattimaan piirteitä, koska kahden syvimmän kerroksen johtoluku on korkea ja niissä on matalan pH:n lisäksi myös arveluttavan korkea rikkipitoisuus (>150 mg/l). Jos pellon kuivatusta on tehostettu vasta hiljattain, rikki on saattanut säilyä muinaisjärven sedimentissä sulfidimuodossa näihin päiviin asti.

TAULUKKO 2. Viljavuustutkimuksen perustutkimuksen tuloksia Vaalan maasta

	Syvyys cm	pH	JL	Ca mg/l	Mg, mg/l	K, mg/l	P, mg/l	S, mg/l
1 Mm	0–20	4,8 hul	1,6	900 hul	42 hu	42 hul	49 ak	37 hy
2 Mm	20–40	4,5 hu	1,2	550 hu	<20 hu	16 hu	26 k	74 ko
3 Sid	40–60	4,8 hul	1,2	910 vä	39 hu	18 hu	58 ak	49 ko
4 Viv	60–82	5,0 vä	2,2	600 hul	46 hu	<5 hu	130 ak	28 ko
5 Ct	82–107	4,4 hu	9,1	1600 vä	130 ty	6 hu	2,5 hul	770 ak
6 KHt	107–150	4,8 hu	8,5	190 hu	47 hu	15 hu	4,8 hul	380 ak

Viljavuusluokat: hu=huono, hul=huononlainen, vä=välttävä, ty=tyydyttävä, hy=hyvä, ko=korkea, ak=arveluttavan korkea. Sid = sideriitti (rautakarbonaatti), Viv = vivianiitti (rautafosfaatti)

**Kalsium- ja magnesiumpitoisuudet** ovat useimmissa horisonteissa huonot tai huononlaiset. Poikkeuksen tekee vivianiittikerroksen alla oleva saraturvekerros, johon näyttää kertyneen näitä aineita ilmeisesti humukseen sitoutuneessa muodossa. Maan **kaliumpitoisuudet** ovat koko tutkitulta paksuudelta ennätysellisen pienet, vivianiittikerroksessa jopa alle kemiallisen määritysrajan. Muokkauskerroksen kaliumpitoisuus ylittää juuri ja juuri huononlaiseen (40-70 mg/l) luokkaan ilmeisesti lannoituksen takia mutta muiden kerroksien kaliumpitoisuus on selvästi huonossa viljavuusluokassa (alle 40 mg/l). Tämä pelto on alueelle tyypillinen eloperäinen maa; Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:n tilastoissa vuosilta 2011–2015 Vaalan

eloperäisten maiden keskimääräinen kaliumpitoisuus on 59 mg/l, ja kunnan kaikista tutkituista pelloista 29 %:ssa kaliumentila oli huono ja 37 %:ssa huononlainen. Vastaavia alueellisia eloperäisten maiden matalia kalium viljavuustuloksia on raportoitu myös aiemmin [21].

Maan helppoliukaisen fosforin pitoisuudet ovat pinnasta vivianiittikerrokseen saakka korkeat tai arveluttavan korkeat. Selvästi korkein pitoisuus on juuri vivianiittikerroksessa, jossa ollaan selkeästi arveluttavan korkeassa luokassa (raja eloperäisellä maalla 30 mg/l). Pellolla on käytetty vain fosforittomia väkilannoitteita, joten arveluttavan korkeat fosforiluvut eivät ole seurausta runsaasta lannoituksesta esimerkiksi karjanlannalla. On hämmästyttävää, että heti vivianiittikerroksen alla helppoliukaisen fosforin pitoisuus laskee todella jyrkästi, viiden viljavuusluokan päähän. Tämä viittaa siihen, ettei fosfori ole liikkunut vivianiittikerroksesta ainakaan alaspäin.

## Varastoravinteiden pitoisuudet

Perustutkimuksen tuloksena saadut kalium-, magnesium- ja fosforipitoisuudet saavat selityksen varastoravinteiden määrittämisen tuloksista (taulukko 3). Varastokaliumin pitoisuudet ovat tavattoman pienet ja ovat syvällä luokassa "huono", jonka yläraja on 250 mg/l. Metrin syvyydeltä alkavan karkean hiedan varastokaliumin pitoisuuskin ylittää tämän rajan vain vähän. **Varastokaliumin** tiedetään kuvaavan maan kasveille käyttökelpoista viljavuuskaliumia luotettavammin. Matalan varastokaliumin (alle 500 mg /l) mailla on kaliumlannoituksella saatu erittäin suuret satovasteet nurmella [31].

TAULUKKO 3. Varastoravinteiden ja määritettyjen mikroravinteiden pitoisuudet Vaalan maassa

	Syvyys cm	Varasto-P mg/l	Varasto-K mg/l	Varasto-Mg mg/l	Cu, mg/l	Zn, mg/l	Mn
1 Mm	0–20	13 000 hy	70 hu	180 hu	18 ko	2,3 ty	740 ko
2 Mm	20–40	4 600 hy	20 hu	27 hu	1,5 hul	1,3 vä	2 900 ak
3 Mr	40–60	17 000 hy	30 hu	81 hu	0,6 hu	1,1 hul	1 700 ak
4 Viv	60–82	25 000 hy	13 hu	150 hu	<0,4 hu	1,2 hul	1 000 ak
5 Ct	82–107	160 hul	17 hu	150 hu	0,8 hu	1,0 hul	990 ko
6 KHt	107–150	450 ty	310 hul	1 100 ty	1,0 hu	1,0 hul	710 ko

Viljavuusluokat: hu=huono, hul=huononlainen, vä=välttävä, ty=tyydyttävä, hy=hyvä, ko=korkea, ak=arveluttavan korkea

Verrattaessa perustutkimuksessa saatua viljavuuskalium-lukua varastokaliumin pitoisuuteen voidaan todeta, että monessa horisontissa perustutkimuksen helppoliukoinen K on yli puolet varastokaliumin määrästä. Varsinaista mineraalien sisältämää hidasliukoista kaliumia on siis todella vähän; Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:n ilmoittamat (suolahappoliukaisen) varastokaliumin määrät sisältävät myös helppoliukaisen kaliumin. Jos ilmoitetuista varastokaliumin määristä vähennetään helppoliukaisen kaliumin määrät, nähdään, että vähäisen helppoliukaisen kaliumin ohella juuristosyvyydellä ei ole sellaisia niukkaliukoisiakaan varoja, joista voisi tulla kaliumia kasvien käyttöön. Syvemmältäkin ei kaliumia ole saatavissa. Tulokset kertovat, ettei siellä oleva karkea hietä sisällä biotiittia, josta kaliumia voisi vapautua. Tuloksista voidaan laskea, että maassa on 60 cm:n syvyyteen saakka helppoliukoista kaliumia 152 kg/ha ja varsinaista varastokaliumia 88 kg/ha, yhteensä vain 240 kg/ha, mikä on hädän tuskin se määrä, jonka voimaperäisesti viljelty nurmi ottaa vuodessa. **Varastomagnesiumin** pitoisuudet ovat niin ikään enimmäkseen huonot.

**Varastofosforin** pitoisuudet puolestaan ovat ällistyttävän korkeita vivianiittikerroksessa ja sen yläpuolisessa maassa. Varastoravinteiden tulkinnassa luokan "hyvä" alaraja on 600 mg/l, ja vivianiittikerroksessa pitoisuus on tähän verrattuna 42-kertainen. Kun vivianiitin fosforipitoisuus on 12 %, voidaan laskea, että kyseisen kerroksen massasta on vivianiittimineraalia noin 20 %, jos oletetaan sen liukenevan varastofosforimäärityksessä kokonaan. Maan kokonaisfosforin pitoisuus ei useinkaan ylitä tasoa 1000 mg/l. Nyt tarkasteltavan maan monessa horisontissa fosforipitoisuus on siis 10–20-kertainen tavanomaiseen maahan verrattuna. Varastofosforin pitoisuus on todella korkea silmännähtävän vivianiittikerroksen yläpuolisessakin maassa. Vivianiittia saattaa siis olla saostunut muihinkin kerroksiin. Mitatun suuruinen fosforin siirtyminen vivianiittikerroksesta muihin kerroksiin tuskin on mahdollista. Niin ikään hämmästyttävää on se, miten pienet varastofosforin pitoisuudet ovat heti vivianiittikerroksen alla, mikä tukee käsitystä fosforin vähäisestä liikkuvuudesta maaprofiilissa.

Mikroravinteiden pitoisuudet olivat turvemaille jokseenkin tyypillisiä. Muokkauskerroksen **kupari- ja sinkkipitoisuudet** ovat korkeammat kuin syvemmillä, koska pelto on todennäköisesti saanut ainakin kuparilannoituksen ja todennäköisesti ainakin joskus sinkkipitoisia NPK-lannoitteita. Luontaisesti näiden ravinteiden pitoisuudet tässä maassa ovat hyvin pienet. **Mangaanipitoisuudet** puolestaan ovat korkeita tai arveluttavan korkeita, mikä on sopusoinnussa maan matalan pH:n kanssa.

## Perusparannuksilla ravinnetasapaino paremmaksi

Maaperän tunteminen on avain tuottavaan viljelyyn. Vaalan peltolohkon maa-analyysit ja havainnot paljastavat maan tarvitsevan perusteellista kunnostamista, mikäli lohkolta halutaan suuria rehusatoja. Peltolohkon viljely tehostuu, kun maata parannetaan nurmen perustamisen yhteydessä kalkitsemalla. Toinen kustannustehokas maanparannusaine lohkolle olisi varastokaliumia runsaasti sisältävä biotiitti. Mikäli biotiittia ei käytetä ja lohkon rehusato on tilalle erittäin merkityksellinen, voi lohkon vuosittaiseen lannoitukseen harkita peruslannoituksen lisäksi kaliumsuolaa. Ilman kalkitusta ja voimakasta kaliumlannoitusta lohkolle ei viljavuustietojen perusteella ole mahdollista saavuttaa korkeita satotasoja.

### Lähteet

- <sup>^</sup> <sup>ab</sup>Aaltonen, V. T., Aarnio, B., Hyyppä, E., Kaitera, P., Keso, L., Kivinen, E., Kokkonen, P., Kotilainen, M., Sauramo, M., Tuovila, P. & Vuorinen, J. 1949. Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkastus v. 1949. Summary: A critical review of soil terminology and soil classification in Finland in the year 1949. Maataloustieteellinen aikakauskirja 21, 37-66.
- <sup>△</sup>Lämsä, T. 2018. Maaperän luontaisten kaliumvarojen ja kaliumlannoituksen merkitys säilörehunurmen viljelyssä turvemilla IV-V viljelyvyöhykkeellä. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Hakupäivä 6.2.2019.  
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018090914966>
- <sup>△</sup>Virkajärvi, P., Kykkänen, S., Rätty, M., Hyrkäs, M., Järvenranta, K., IsoLahti, M. & Kauppila, R. 2014. Nurmien kaliumtalous. Maan reservikaliumin merkitys kaliumlannoituksen suunnittelussa. MTT raportti 165. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT). Hakupäivä 6.2.2019.  
<https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485102>

### Metatiedot

**Nimeke:** Havaintoja vivianiittia sisältävästä maaprofiilista Vaalassa

**Tekijä:** Suomela Raija; Yli-Halla Markku

**Aihe, asiasanat:** maa-analyysi, maalajit, maaperä, sato, tuottavuus, viljely

**Tiivistelmä:** Vivianiitti on maaperästä löytyvä rautafosfaattimineraali, jonka tunnistaa kirkkaan sinisestä väristä. Se on saostunut sedimenttiin kauan sitten. Vaalassa tutkittiin turvepelto, jossa oli paikoitellen vivianiittia noin 60–80 cm:n syvyydessä maan pinnasta. Maan helppoliukoisien fosforin pitoisuudet maassa olivat korkeat tai arveluttavan korkeat, mikä estää lannan levityksen tälle pellolle. Varastofosforin pitoisuudet olivat peräti 10–20-kertaisia tavanomaisiin maihin nähden. Tulokset osoittavat, että korkea fosforipitoisuus voi olla myös maan luontainen ominaisuus. Maan kaliumpitoisuus oli lähes kaikissa kerroksissa huonossa viljavuusluokassa. Maassa ei myöskään ollut mainittavia määriä varastokaliumia, mikä tekee viljelystä hyvin haastavaa varsinkin nurmiviljelyssä, missä käytössä tutkittu pelto on pitkään ollut. Pellon sadontuottokykyä voidaan todennäköisesti lisätä huomattavasti riittävällä kaliumlannoituksella.

**Julkaisija:** Oulun ammattikorkeakoulu, Oamk

**Aikamääre:** Julkaistu 2019-03-25

**Pysyvä osoite:** <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe201903138763>

**Kieli:** suomi

**Suhde:** <http://urn.fi/URN:ISSN:1798-2022>, ePooki - Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut

**Oikeudet:** CC BY-NC-ND 4.0

### Näin viittaat tähän julkaisuun

Suomela, R. & Yli-Halla, M. 2019. Havaintoja vivianiittia sisältävästä maaprofiilista Vaalassa. ePooki. Oulun ammattikorkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön julkaisut 14. Hakupäivä xx.xx.xxxx. <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe201903138763>.