

---

**VESAKON KONEELLINEN RAIVAUS  
KAASUPUTKILINJALLA – TEHOAINEINA  
GLYFOSAATTI JA PURPPURANAHAKKASIENI**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Metsätalouden koulutusohjelma

Evo, kevät 2016

*Roope Tietäväinen*

Roope Tietäväinen



Evo  
Metsätalouden koulutusohjelma  
Metsätalousinsinööri

---

<b>Tekijä</b>	Roope Tietäväinen	<b>Vuosi</b> 2016
<b>Työn nimi</b>	Vesakon koneellinen raivaus kaasuputkilinjalla – tehoaineina glyfosaatti ja purppuranahakkasieni	

---

## TIIVISTELMÄ

Gasum Oy:n kaasuputkilinjoilla on ongelmana lehtipuuvesakon nopea kasvu. Erityisesti pajuja esiintyy runsaasti. Koska kaasulinjan on erotettava ympäröivästä maastosta, niillä tehdään linjaraivausta. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan koneellisen linjaraivauksen kustannustehokkuutta ja kaasulinjalle sopivaa koneellista linjaraivausmenetelmää, johon kuuluvat varsinainen kone, raivain ja tehoaineen levityslaitteisto. Tehoaineena Gasumin linjaraivauksessa on käytetty kantokäsittelynä kemiallista glyfosaattia. Lisäksi opinnäytetyössä tutkitaan onko Suomessa yleisenä esiintyvänä purppuranahakkasienestä (*Chondrostereum purpureum*) korvaamaan kemiallinen glyfosaatti pajunvesakon torjunnassa.

Tässä työssä esitetyt kustannuslaskelmat perustuvat Gasumin maksamiin linjaraivaustyön hintoihin. Linjaraivauksessa käytettyihin koneisiin liittyvän aineisto hankittiin haastatteleamalla Gasumin kaasulinjaa raivanneita urakoitsijoita. Purppuranahakkatutkimuksen aineisto kerättiin inventoimalla kannot Gasumin kaasulinjalla olleelta tutkimusalueelta. Luonnonvarakeskus on perustanut koealan vuonna 2013. Vuoden 2015 aineistoa verrattiin vuonna 2014 kerättyyn aineistoon tarkastelemalla kantokuolleisuuden muutosta vuoden aikana.

Opinnäytetyö osoitti, että koneellinen linjaraivaus yhdistettynä glyfosaatin levitykseen on kustannustehokasta silloin, kun tehoaine pidentää raivausväliä kaksi vuotta. Urakoitsijoiden mielestä paras kone linjaraivaukseen on pieni telakaivinkone ja paras raivain Mensen raivauspää. Tehoainetta kannattaa levittää Mensen terälle terän yläpuolelta käsisyötöllä. Maastotutkimus osoitti, että purppuranahakka ei ollut tappanut vuodessa merkittävästi lisää kantoja. Tämän perusteella näyttää siltä, että purppuranahakkasieni ei ole riittävän tehokas menetelmä pajuvesakoiden torjunnassa. Parempien sieniyksilöiden löytämisen myötä on kuitenkin mahdollista, että purppuranahakkakäsittelystä saadaan kustannustehokas ja luontoystävällinen tehoaine pajuvesakoiden torjuntaan.

**Avainsanat** linjaraivaus, purppuranahakka, tehoaine, tehoaineen levitys  
**Sivut** 36 s. + liitteet 1 s.

Evo  
Degree Programme in Forestry

---

<b>Author</b>	Roope Tietäväinen
<b>Year</b>	2016
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Mechanical Cutting with the Application of Glyphosate or <i>Chondrostereum purpureum</i> as a Control Agent on Willow Stumps of Gas Pipe Lines

---

#### ABSTRACT

The purpose of this thesis was to study mechanical cutting on gas pipe lines of Gasum Oy. The problem of the gas pipe lines of Gasum is the fast re-growth of willow thickets. Cuttings have to be done in order to keep gas pipe lines visible. The aim in this thesis was to study cost-effective methods for mechanical cutting. In addition reasonable methods for mechanical cutting will be evaluated. The method of mechanical clearing includes a machine, a clearing head and equipment for spreading of control agents. On Gasum's gas pipe lines a chemical control agent, glyphosate, has been used as a stump treatment. In this thesis the possibility to replace the chemical glyphosate with a natural decay fungus (*Chondrostereum purpureum*) is studied.

The cost estimate done in this thesis was based on the prices Gasum has paid earlier. The material concerning mechanical cutting by interviewing contractors was collected. Glyphosate vs. fungal effects on willow stumps were studied performing a field inventory on a gas pipe line of Gasum. Sample plots for the study were established by the Finnish Forest Research Institute (nowadays Natural Resources Institute Finland) in 2013. In this thesis the results from the years 2014 and 2015 were compared.

In this thesis it was found out that on gas pipe lines, the mechanical cutting with a control agent against sprouting is more cost-effective than mechanical cutting only with a brush saw if the used control agent gives two more years between cuttings. At the moment, glyphosate seems promising from this point of view. According to contractors the best machine for line clearing is a small tracked excavator, and the best clearing head is the Mense clearing head. It is efficient in spreading glyphosate from the upper side of the blade in the clearing head. At the moment, the decay fungus (*C. purpureum*) has not been efficient enough in preventing the growth of the willow thickets. Hopefully, in the future it is possible to find a better fungal strain for willow, since fungal treatment has not adverse effects on the environment.

**Keywords** Mechanical cutting, decay fungus (*Chondrostereum purpureum*), control agent, spreading equipment

**Pages** 36 p. + appendices 1 p.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TAUSTATIETOA.....	2
2.1	Koneellinen linjaraivaus kaasuputkilinjalla .....	2
2.2	Tehoaineen käyttö .....	4
2.2.1	Glyfosaatti .....	4
2.2.2	Purppuranahakka .....	5
2.3	Tutkimuksessa mukana olevat pajulajit .....	7
3	AINEISTON HANKINTA.....	8
3.1	Teemahaastattelu .....	8
3.2	Teemahaastattelukysymykset.....	8
3.3	Sienitutkimuksen aineiston hankinta ja analysointi .....	9
4	TULOKSET .....	11
4.1	Urakoitsijoiden vastaukset .....	11
4.1.1	Koneet.....	12
4.1.2	Raivauspää.....	14
4.1.3	Torjunta-aineen levitys .....	15
4.1.4	Muuta.....	16
4.2	Kustannuslaskelma.....	17
4.3	Sienitutkimuksen tulokset .....	17
4.3.1	Kiiltopaju.....	18
4.3.2	Raita.....	23
4.4	Vuoden 2014 ja 2015 sienitutkimuksen tulosten vertailu .....	28
5	TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA .....	31
5.1	Urakoitsijoiden vastausten tarkastelu.....	31
5.2	Sienitutkimuksen tulosten tarkastelu ja vertailu aiempiin tutkimuksiin .....	32
5.3	Yhteenveto .....	34
	LÄHTEET .....	35

Liite 1 Muista maakaasulinja!-opas

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni tutkin, mikä olisi taloudellisesti ja teknisesti paras linjarivauskalusto sekä tehoaine vesakontorjuntaan kaasuputkilinjoilla. Tilaa-jana opinnäytetyössäni on Gasum Oy, joka on suomalainen maa- ja biokaasuyhtiö. Gasumilla on kaasuverkosto noin 1 287 kilometriä (Gasum Suomen kaasuverkosto). Yhtiö tuo Suomeen maakaasua ja jalostaa biokaasua, sekä myy ja siirtää sitä teollisuudelle, energiantuotantoon, jakeluverkkoihin sekä maa- ja meriliikenteelle. Yhtiöllä on kaasuputkiverkosto, biokaasulaitoksia ja LNG-tuotantolaitoksia sekä LNG-terminaalihankkeita ja terminaalreja Suomessa ja Pohjoismaissa. Kaasu siirretään maanalaisissa putkissa, jotka ovat noin 1–2 metrin syvyydessä. Henkilöstöä Gasumilla on noin 300. Kaasua on toimitettu Suomeen vuodesta 1974. (Gasumin vuosi 2015.)

Gasumin kaasuputkilinjoilla on ongelmana pajun runsas kasvu, sillä pajut lähtevät vesomaan voimakkaasti katkaistuista kannoista. Kun yksittäiset pajut raivataan useita kertoja samasta kohtaa ne alkavat haarottua, jolloin muodostuu suuria kantoruusukkeita joita on vaikea torjua.

Kaasuputkilinjoilla tehdään vesakonraivausta, jotta kaasuputken pääsee tarvittaessa kaivamaan nopeasti esille. Linjarivauksen tavoitteena on myös se, että kaasuputken paikka erottuu selkeästi maastossa ja että linjalla olevat merkintäpylväät näkyvät. Kaasuputkilinjalla maa-aineksia ei saa siirtää niin, että hiiliteräksestä valmistetun kaasuputken PE-pinnoite vaurioituu. Merkinnät ja raivaus helpottavat ulkopuolista tunnistamaan kaasulinjan sekä Gasumin valvoja havaitsemaan pintamaan painumia, jotka ovat voineet syntyä luvattomasta kaasuputken ylityksestä huonosti kantavalla kohdalla.

Tutkin linjoilla käytettävän raivauskaluston soveltuvuutta vesakontorjuntaan haastattelemalla neljää Gasumin kaasuputkilinjaa raivannutta urakoitsijaa. Haastattelumenetelmänä oli teemahaastattelu. Kysymykset liittyivät kolmeen aihepiiriin: linjarivauksessa käytettävään koneeseen, raivauspäähän ja tehoaineen levittämiseen. Tavoitteena oli löytää haastattelujen perusteella paras kone, raivauspää ja tehoaineen levitystapa kaasulinjalle.

Gasumin kaasulinjojen koneellisessa linjarivauksessa on käytetty tehoaineena glyfosaattiliuosta. Glyfosaatin käyttöön vaaditaan kasvinsuojeluvälineiden käytön tutkintotodistus. Lisäksi loppuvuodesta 2016 tehoaineen levityslaitteiden käyttö vaatii levityslaitteiden tarkastuksen. Nämä tekijät lisäävät kustannuksia. Tarkastelen opinnäytetyössäni, onko koneellinen linjarivaus ja glyfosaatin levitys kantopinnoille kustannustehokasta, ja onko Suomen luonnossa esiintyvistä purppuranahakkasienestä (*Chondrostereum purpureum*) glyfosaatin korvaajaksi.

Tehoaineiden vaikutusta tutkin inventoimalla Gasumin kaasuputkilinjalla olevaa tutkimusaluetta. Edellä mainituilla tehoaineilla, purppuranahakalla ja glyfosaatilla, käsiteltyjen alojen lisäksi alueelle on tehty kontrollialueita, jotka on raivattu koneellisesti ilman tehoainekäsittelyä. Inventoin alueen syksyllä 2015. Koealue on perustettu keväällä 2013, ja se on inventoitu

toista opinnäytetyötä varten syksyllä 2013 ja 2014. Vertaan tutkimuksen tuloksia syksyllä 2014 Valkosen saamiin tuloksiin, jotta sain selville onko vuodessa tapahtunut merkittävää muutosta pajujen kuolleisuudessa, sekä elävien vesojen lukumäärissä ja vesapituuksissa.

Gasumin kaasulinjalla sijaitsevat koealat ovat Luonnonvarakeskuksen perustamia. Luonnonvarakeskus on luonnonvara-alan tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatio. Luonnonvarakeskus muodostui vuonna 2015, kun neljä luonnonvara-alan laitosta yhdistyi. Nämä neljä laitosta olivat Metsäntutkimuslaitos (Metla), Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT), Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (RKTL) ja Maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskus (Tike). (Luke 2016.)

## 2 TAUSTATIETOA

### 2.1 Koneellinen linjaraivaus kaasuputkilinjalla

Linjaraivausta tehdään, koska kaasuputken linjan on näyttävä selvästi maastossa. Valtioneuvoston asetuksessa (551/2009, 6. luku 28 §) lukee kaasulinjasta seuraavaa: ”Putkilinjoilla ei saa harjoittaa toimintaa, joka saattaa vahingoittaa maakaasuputkistoa. Putkilinjoilla ei myöskään saa varastoida puutavaraa tai muuta tavaraa, joka vaarantaa putkiston turvallisen käytön tai haittaa turvallisen toiminnan valvontaa. Toiminnanharjoittajan on pidettävä huolta siitä, että putkilinjoilla ei kasva puita. Maakaasuputkiston sijaitessa kallioporauksessa tai putkiston peitesyvyyden ollessa yli 3 metriä, puita ei tarvitse poistaa putkilinjan päältä. Putkilinjan sijainti tulee kuitenkin olla selvästi merkittynä maastoon.” Noin 1,6 m korkeilla merkintäpylväillä osoitetaan, missä kaasuputki sijaitsee. Merkintäpylväältä täytyy olla näkyvyys edelliselle ja seuraavalle pylväälle. (Haastattelu Juha Niemi 9.3.2016.) Pylväässä on merkintäkilpi, jossa näkyy putken omistaja, puhelinnumero, putken koko ja merkintäpylvään yksilöivä paaluluku. Jos merkintäpylväs ei sijaitse kaasuputken päällä, on siinä ilmoitettava, kuinka monta metriä pylväs on sivussa kaasuputkesta. (Liite 1.) Tämän tutkimuksen maastokoealoilla Iitin Haapakimolassa on kaksi rinnakkaista kaasuputkilinjaa (kuva 1, s. 3), joiden sijainti on merkitty merkintäpylväin.



**Kuva 1.** Kaksi vierekkäistä kaasuputkilinjaa Iitin Haapakimolassa. Vasemman puoleinen linja kuuluu Luonnonvarakeskuksen koalueeseen ja on raivattu vuonna 2013. Vasemmanpuoleisella linjalla on glyfosaatilla ja purppuranahakalla käsiteltyjä aloja sekä kontrollialoja. Oikean puoleinen linja on raivattu vuonna 2015.

Ensimmäinen raivaus kaasuputkilinjoilla tehdään tavallisesti viisi vuotta putken asentamisen jälkeen, ja sen jälkeen raivausta tehdään 2–3 vuoden välein. Linjaraivausta on tehty käsin raivaussahalla vuoteen 2013 asti. Vuodesta 2013 lähtien runkolinjojen lehtipuuvesakko on raivattu koneellisesti, ja tuoret kantopinnat on käsitelty glyfosaattiliuoksella. Vesakonraivausta tehdään edelleen raivaussahalla kohteissa, joille ei kannata mennä koneella. Näitä alueita ovat esimerkiksi märät alueet ja kaupunkialueet. Yhdellä huoltoalueella (Gasumilla on neljä huoltoaluetta Suomessa) koneellista raivausta tehdään vuodessa noin 40–80 hehtaaria, tai käsin raivaten 20–40 hehtaaria. Koneellisessa linjaraivauksessa lopputulos riippuu siitä, miten glyfosaatin levitys onnistuu. (Haastattelu Juha Niemi 9.3.2016.) Glyfosaatilla käsitellyllä alalla vesakko on matalaa vielä kolme vuotta käsittelyn jälkeen (kuva 2).



**Kuva 2.** Kaasuputkilinjan Kotkan haara keväällä 2016. Linjan vesakko on käsitelty glyfosaatilla raivaamisen yhteydessä vuonna 2013.

## 2.2 Tehoaineen käyttö

Tehoainetta käytetään hillitsemään pajujen nopeaa kasvua. Vaikka Gasumin kaasulinjoilla käytetään tällä hetkellä glyfosaattia, se voidaan mahdollisesti korvata tulevaisuudessa luontaisesti kantoja lahottavalla purppuranahakkasienellä. Näitä tehoaineita voidaan myös kutsua kasvinsuojeluai-neiksi.

Ammattimaisesti kasvinsuojeluaineita käyttävällä täytyy olla kasvinsuoje-luaineita koskeva tutkinto suoritettuna (Tukes 30.3.2016). Kasvinsuojelu-koulutuksen hinta on 60 euroa + alv 24 %. Hintaan kuuluvat kasvinsuojelu-aineiden koulutus, siihen liittyvä koe ja tutkintotodistus. Kasvinsuojelukou-lutus on voimassa viisi vuotta. (ProAgria 2016.)

### 2.2.1 Glyfosaatti

Glyfosaatti on herbisidi eli tehoaine rikkakasvien torjuntaan (Nurro 2015, kuvat 3 ja 4, s. 5). Glyfosaatin vaikutus perustuu kasvien aminohapposyn-teesiin tarvittavan entsyymien, enolipyruvyylikimaattifosvaattisyntaasin estoon. Vastaavaa entsyymiä ei ole eläimillä, ja kun pieneliöt hajottavat gly-fosaatin nopeasti maassa, se ei kasaudu luontoon. (Tuomisto 2001, 1091.)

Glyfosaatti vaikuttaa kasveihin vihreiden lehtien ja varsien kautta. Jääty-neeseen kasviin se ei tehoa. Lisäksi voimakas vesisade käsittelyn jälkeen voi heikentää aineen tehoa. Vaikutus alkaa näkyä 10–14 vuorokautta käsit-telyn jälkeen. Glyfosaattia käsiteltäessä on käytettävä suojakäsineitä, kumi-saappaita, päähinettä ja suojapukua. Sitä ei saa säilyttää galvanoidusta te-räksestä tehdyssä säiliössä. Glyfosaattikäsittelyssä täytyy ottaa huomioon puulajit, jotka ovat juuristaan yhteydessä toisiinsa, sillä juuria pitkin gly-fosaatti voi kulkeutua alueelle, jota ei haluta käsitellä glyfosaatilla. Käyttö-vahvuus on kantokäsittelyssä 10–15 %. Kantokäsittelyn voi tehdä kaikkina vuodenaikoina, mikäli kannot eivät ole jäässä, lukuun ottamatta mahla-ai-kaa. Glyfosaatti laimennetaan vedellä, ja aineeseen lisätään väriainetta ja tarvittaessa jäätymisenestoainetta. (Roundup Bio myyntipäällyksen teksti 2004.)





**Kuva 3.** Kuvassa kantoja 2.5 vuotta glyfosaattikäsitellyn jälkeen.

Glyfosaattia on nykyisten säädösten mukaan hyväksyttävää käyttää 30.6.2016 asti (Tukes lehdistötiedote 8.3.2016). EFSA:n (European Food Safety Authority) mukaan glyfosaatin käyttöön ei liity merkittäviä terveysriskejä. Maailman terveysjärjestön WHO:n alaisen kansainvälisen syöväntutkimuslaitoksen IC:n (International Agency for Research on Cancer) mukaan glyfosaatti tulisi kuitenkin luokitella mahdollisesti syöpää aiheuttavaksi aineeksi. (Tukes verkkotiedote 21.5.2015.)



**Kuva 4.** Kuvassa glyfosaattiala, jossa ei kasva pajuja 2.5 vuotta raivauksen jälkeen.

### 2.2.2 Purppuranahakka

Purppuranahakka on yleinen lahottajasieni lehtipuilla. Yleisimmin sientä esiintyy koivuilla. (Salo, Niemelä & Salo 2006, 388.) Purppuranahakan itiöemän alapinta on purppuranvärisen (kuva 5, s. 6). Yläpuolelta itiöemä voi olla rusehtava tai vaalean harmaakarvainen (kuva 6, s. 7). Itiöemä tuottaa itiöitä ja on muodoltaan kääpämäinen. Sieni ilmaantuu ensimmäisenä lahottajasienenä vastasahattuihin tai vaurioituneisiin lehtipuihin, erityisesti koi-vuihin. Havupuihin sieni ei kuitenkaan tartu (Hamberg & Hantula 2013,

82). Kantoa lahottaessaan sieni voi tappaa myös puun juuret, jolloin kanto ei veso (Kasanen 2009, 174–175). Purppuranahakkaa esiintyy lehtipuissa metsissä, puistoissa ja puutarhoissa.



**Kuva 5.** Kuvan kannossa on purppuranahakan itiöemiä (kuva Leena Hamberg).

Luonnonvarakeskus on tutkinut jo useita vuosia biologista menetelmää, jossa purppuranahakkasienellä pyritään torjumaan lehtipuiden vesomista. Esimerkkiä on otettu harmaaorvakkasienestä, jota käytetään onnistuneesti juurikäävän torjuntaan. (Vartiamäki 2009.)

Suomessa on tutkittu purppuranahakkaa 2000-luvulta lähtien, mutta vielä ei ole myynnissä purppuranahakkaa sisältäviä torjunta-aineita. Vesakontorjunnassa sienirihman pätkiä sisältävää vesiliuosta levitetään vastasahatuille kannoille. Sieni tarttuu kannon pinnalle ja alkaa käyttää kantoa ravintonaan, minkä seurauksena kanto lahoaa. Biologisen prosessin vuoksi teho ei näy heti, vaan vaikutuksen voi nähdä 2–3 vuotta käsittelyn jälkeen. (Hamberg & Hantula 2013, 82.)

Purppuranahakkasienellä tehdyn vesakontorjunnan teho on hitaampaa pieniläpimittaisilla kannoilla kuin suuriläpimittaisilla. Tehokkuudessa on eroja myös eri puulajien välillä. Suomessa on aiemmin tutkittu sienen vaikutusta koivuun, haapaan ja pihlajaan, muttei pajuihin (lukuun ottamatta Gasumin kaasulinjalla tehtyjä tutkimuksia). Koivulla sienen teho on toiminut parhaiten. Kuolleisuus koivulla on ollut 74–90 %, haavalla 77 % ja pihlajalla 50 %. (Hamberg & Hantula 2013, 82.)

Purppuranahakan tehokkuus vaihtelee eri purppuranahakkayksilöillä. Parhaiten vesakontorjuntaan soveltuvia purppuranahakoita on risteytetty keskenään, ja tämän prosessin tuloksena on löydetty tehokkaasti vesakoita torjuva sieniyksilö. Bioturvallisuuden kannalta on hyvä tietää, että jalostettu

purppuranahakkayksilö ei pysty leviämään kannolta kuin maanalaisten varsien kautta tai infektoitun kannon ja toisen vaurioituneen lehtipuun kosketuksesta. Syynä tähän on se, että purppuranahakka ei tuota laisinkaan suvutomia itiöitä. Purppuranahakka leviää rihmastokasvun lisäksi ainoastaan suvullisten itiöiden kautta. Siellä käsitellyiltä aloilta leviää vain kantaitiöitä, jotka muuttuvat uudeksi yksilöksi pariuduttuaan toisen kantaitiön kanssa. Tämän vuoksi jalostetun sienien jälkeläiset ovat uusia yksilöitä, jotka eivät ole tehokkaampia vesakontorjunnassa kuin jalostamattomat sienikannat. (Hamberg & Hantula 2013, 83.)



**Kuva 6.** Kuvassa purppuranahakan itiöemiä (kuva Leena Hamberg).

### 2.3 Tutkimuksessa mukana olevat pajulajit

Kaasuputkilinjoilla suurin osa puustosta on pajulajeja. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan kahta pajulajia, kiiltopajua ja raitaa, jotka olivat runsaimpia Gasumin kaasulinjalla.

Kiiltopaju (*Salix phylicifolia*) on yleinen pajulaji Suomessa. Yleisimmin se kasvaa noin 2–3 metrisenä pensaana. (Väre & Kiuru 2013, 114–116.) Oksat ovat kaljuja ja punaruskeita. Lehdet ovat ehytlaitaisia ja vastapuikeita noin 6–8 senttimetriä pitkiä ja noin 1–3 senttimetriä leveitä. Väriltään lehden yläpinta on kiiltävän tumman vihreä ja alapinta on selvästi vaaleampi. Kukkiminen tapahtuu keväällä lehdettömänä. Kaksikotisen lajin hede- ja emikukinnot ovat eri kasveissa. Kiiltopajua esiintyy enimmäkseen rehevillä paikoilla, kuten niityillä, ojissa ja rannoilla. (Rikkinen 2010, 54.)

Raita (*Salix caprea*) on monirunkoinen puu, josta kasvaa Suomessa yleisimmin 5–15-metrinen. Lehdet ovat soikeita ja päältä tumman vihreitä ja alapuolelta harmaanvihreitä. Lehdet ovat 3–10 senttimetriä pitkiä ja 2–6 senttimetriä leveitä. Runko on vihertävän harmaa. Vesojen varret ovat vihertäviä tai harmaanruskeita. Raita on pajulajeihin kuuluva pensas, joka kukkii keväällä lehtien puhkeamisen aikaan. Kaksikotisena sen hede- ja

emikukinnot ovat eri kasveissa. (Rikkinen 2010, 44.) Raitaa esiintyy usein runsas- ja keskiravinteisissa metsissä, teiden pientareilla ja ojissa. Raidassa elää satoja hyönteislajeja ja se on tärkeä puulaji monimuotoisuuden vuoksi. (Väre & Kiuru 2013, 124–128.)

### 3 AINEISTON HANKINTA

#### 3.1 Teemahaastattelu

Linjaraivauksessa käytettävistä koneista, raivauspäistä ja levityslaitteista keräsin tiedot Gasumin linjaraivauksessa olleilta neljältä urakoitsijalta marraskuussa 2015. Haastattelin urakoitsijoita linjaraivauksesta teemahaastattelun menetelmin. Haastattelussa halusin saada aikaan avointa keskustelua, jotta esiin voisi tulla ajatuksia ja ideoita, joita ei muutoin saisi selville. Nauhoitin haastattelut, jonka jälkeen kirjoitin urakoitsijoiden vastaukset ylös ja muodostin vastauksista tulokset.

Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelu. Puolistrukturoidussa haastattelussa kysymykset ovat kaikille samat. Kysymykset ovat laajoja, jolloin vastaukset kysymyksiin voivat olla hyvin erilaisia. (Hirsjärvi & Hurme 2011, 47.) Haastattelussa haastattelijan tehtävänä on välittää kuvaa haastateltavan kokemuksista, ajatuksista ja käsityksistä. Haastattelijalla voi kysyä suoraan haastateltavalta hänen mielipiteitään ja kokemuksiaan. (Hirsjärvi & Hurme 2011, 47.) Tätä haastattelumenetelmää voidaan pitää kvalitatiivisena eli laadullisena.

#### 3.2 Teemahaastattelukysymykset

Teemahaastattelun kysymykset olivat seuraavat:

1. Miten arvioit konetta, jota käytit linjanraivauksessa?
  - Mikä on parasta koneessa, jota käytit?
  - Mitä parantaisit?
  - Mikä olisi mielestäsi paras kone linjanraivaukseen?
  - Miten koneesta saisi tehokkaamman, kestävämmän ja maastokelpoisemman?
2. Miten arvioit raivauspäätä, jota käytät linjanraivauksessa?
  - Mikä on parasta raivauspäässä?
  - Mitä parantaisit?
  - Miten raivauspäätä saisi tehokkaamman, tarkemman ja kestävämmän?
3. Millä tavalla sinusta torjunta-aineen levittäminen tulisi hoitaa?
  - Millä tavalla se tehdään sinun koneessasi tällä hetkellä?
  - Mitä parantaisit?
  - Miten parantaisit torjunta-aineen tarkempaa levitystä ja pienempää menekkiä?

### 3.3 Sienitutkimuksen aineiston hankinta ja analysointi

Tutkimusalueena toimi Gasumin kaasulinja Iitin Haapakimolassa. Metsäntutkimuslaitos perusti kaasulinjalle tutkimusalueen 30.–31.5.2013. Osa kontrollialoista tehtiin 23.10.2013 vuodenaajan vaikutuksen selvittämiseksi.

Tutkimusalueella oli neljäkymmentä koealaa, joista opinnäytetyössäni käytetään kahdenkymmenen koealan tietoja. Koealat olivat kooltaan 10 × 10 metriä. Alat rajattiin punaisilla kulmamerkeillä (kuva 7). Aloja raivattiin raivaussahalla ja Usewoodin Tehojätkä-pienkoneella, jossa oli UW40-raivain. UW40-raivaimen oli tehty levityslaite, jolla tehoaineita levitettiin kannoille. Osa aloista käsiteltiin siten, että kannot katkaistiin ja niihin levitettiin purppuranahakkasieniliuosta, joka oli laimennettu hanaveteen (1:10 laimennos). Purppuranahakkakäsittelyä tehtiin koneellisesti UW40-raivaimella, jolloin raivain sahasi pajun poikki ja levitti kannolle sieniliuosta. Sienikäsittelyä tehtiin myös sahaamalla raivaussahalla ja levittämällä kannolle paineruiskulla sieniliuosta. Glyfosaattikäsittely tehtiin UW40-raivaimella, jolloin raivain sahasi kannon poikki ja levitti glyfosaattiliuosta kannolle. Kontrollialat raivattiin UW40-raivaimella, mutta kannoille ei levitetty laisinkaan sieniliuosta eikä glyfosaattia. Kontrollialoja tehtiin sekä alkukesällä että syksyllä.



**Kuva 7.** Tutkimusalueen vesakkoa 2,5 vuotta raivauksen jälkeen. Vasemmassa laidassa näkyy punainen merkintäkeppi, jolla alueet rajattiin.

Vesakkoa raivattiin 15 ja 50 cm kantokorkeuteen. Opinnäytetyössäni tarkastelen vain 15 cm korkeuteen sahattujen kiiltopajujen ja raitojen kantoja. Tarkasteltavia kantoja oli yhteensä 413 (198 kiiltopajun kantoa ja 215 raidan kantoa). Tutkimuksessa olevat kannot numeroitiin ja merkittiin kuitunauhalla. (Kuva 8, s. 10.)

Koealue oli inventoitu aiemmin 2.–4.9.2013 ja 8.–10.9.2014. Opinnäytetyötäni varten koealue inventoitiin 31.8.–3.9.2015. Koealoilta keräsin tietoja merkittyjen kantojen kuolleisuudesta sekä elävien vesojen lukumääristä ja vesapituuksista per kanto. Vesapituus mitattiin maasta vesan kärkeen. Elävistä vesoista tutkin tuhot, kuten hirven aiheuttamat syömäjäljet, jotka voivat vaikuttaa vesojen kasvuun.

Aloilta mitattiin myös kannon korkeus ja läpimitta, sekä laskettiin muiden kantojen lukumäärä ja määritettiin kantoruusukkeeseen koko. Muiden kantojen tai vesojen lukumäärä laskettiin 0,5 metrin säteiseltä ympyräalalta kunkin tutkittavan kannon ympäriltä. Ruusukkeiden koko määritettiin laskemalla kantoruusukkeessa olevien haarojen lukumäärä (esim. jos tutkittava kanto oli yksihaarainen, kannon kooksi merkittiin 1; jos tutkittava kanto oli kantoruusukkeessa, jossa oli kaksi haaraa, kannon kooksi merkittiin 2 jne.).



**Kuva 8.** Tutkimuksessa mukana olevat kannot numeroitiin.

Inventointitiedot kirjasin paperille, jonka jälkeen siirsin tiedot Excel-ohjelmaan. Laskin SPSS:llä (Statistical Package for the Social Science, 2012) kullekin käsittelylle ja puulajille kuolleisuusprosentit sekä kantokohtaisen keskiarvon elävien vesojen lukumäärälle ja pisimmän vesan pituudelle. Lisäksi laskin keskiarvon keskivirheen SE:n (standar error of mean). Käsitteilyiden vaikutuksia pajujen kuolleisuuteen, elävien vesojen lukumääriin ja pisimpien elävien vesojen pituuteen tutkittiin tilastoanalyysillä. Koska kannon korkeus, kantoläpimitta, muiden kantojen lukumäärä tutkittavan kannon ympärillä ja kantoruusukkeeseen koko voivat vaikuttaa kantojen kuolleisuuteen, vesalukumäärään ja -pituuteen, otettiin näidenkin tekijöiden vaikutus huomioon aineistoa analysoitaessa. Myös tuhojen vaikutus otettiin huomioon vesapituuksia laskettaessa.

Tilastoanalyysit ja kuvat tehtiin R-ohjelmiston versiolla 2.15.1, yleistettyjen lineaaristen sekamallien tai lineaaristen sekamallien avulla (Bates, Maechler, Bolker & Walker 2013; R Core Team 2012).

Sekamallissa on sekä kiinteitä ja satunnaisia tekijöitä. Kiinteät tekijät ovat mallin selittäviä tekijöitä, joita tässä tutkimuksessa olivat käsittely, kantonkorkeus (cm), kantoläpimitta (mm), muiden kantojen lukumäärä tutkittavan kannon ympärillä ja kantoruusukkeeseen koko sekä vesapituusmallissa tuhot (0=elävä, 1= kuollut).

Käsittelyn selittävänä tekijänä oli luokkamuuttuja, joka sisälsi seuraavat ta-  
sot:

- Glyfosaatti: raivaus ja glyfosaatin levitys tehty Usewoodin Tehojät-  
källä, UW40-raivaimella
- Sieni UW40-käsittely: raivaus ja purppuranahakkasienen levitys tehty  
Usewoodin Tehojätkällä, UW40-raivaimella
- Sieni paineruisku: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan le-  
vitys paineruiskulla
- Kesän kontrolli: raivaus alkukesällä Usewoodin Tehojätkällä, UW40-  
raivaimella ilman tehoaineen levitystä
- Syksyn kontrolli: raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä, UW40-  
raivaimella ilman tehoaineen levitystä

Malleja estimoitaessa oletetaan, että yksittäiset havainnot (tässä tapauksessa kannot) on kerätty täysin satunnaisesti valituilta kohteilta. Koska pajuai-  
neiston yksittäiset kannot on tutkittu rajattujen koealojen sisältä, otetaan  
mahdollinen kantojen välinen samanlaisuus tai korreloituneisuus huomioon  
mallin satunnaistekijän avulla. Tämän pajuaineiston analysoinnissa käyte-  
tyissä malleissa satunnaistekijänä oli koealan tunnistetieto. Koealojen si-  
sällä olosuhteet ovat samanlaisempia kuin satunnaisesti valituilla erillisillä  
kohteilla.

Tutkittavista muuttujista kuolleisuus ja vesalukumäärä eivät ole normaali-  
jakautuneita. Siksi käsittelyiden vaikutukset kuolleisuuteen ja vesaluku-  
määriin tutkittiin yleistettyjen lineaaristen sekamallien avulla. Näille vaste-  
muuttujille (kuolleisuus ja vesalukumäärä per kanto) tehtiin muunnos mal-  
lien estimoinnin yhteydessä. Vesalukumäärä oletettiin Poisson-jakautu-  
neeksi, ja se muunnettiin mallin estimoinnin yhteydessä logaritmi-muun-  
noksella. Kuolleisuus on binomi-jakautunut, ja se muunnettiin mallin esti-  
moinnin yhteydessä logit-muunnoksella.

Elävien vesojen pituus on normaalijakautunut, joten muunnosta ei tarvittu.  
Siten eri käsittelyjen vaikutus elävien vesojen pituuteen voitiin analysoida  
lineaarisen sekamallin avulla. Vertaan opinnäytetyössäni vuoden 2014 ja  
2015 tuloksia keskenään.

## 4 TULOKSET

### 4.1 Urakoitsijoiden vastaukset

Urakoitsijat vastasivat kysymyksiin, jotka liittyivät varsinaisiin koneisiin,  
raivauspäihin ja levityslaitteistoihin. Tässä osiossa on myös kustannuslas-  
kelma sekä sienitutkimuksen tulokset.

### 4.1.1 Koneet

Kaasuputkilinjalla on käytetty koneina pieniä telakaivinkoneita sekä Usewoodin Tehojätkä-pienmetsäkonetta. Telakaivinkoneilla on raivattu vain kesällä 2015 (kuva 9). Tehojätkillä on raivattu kolmena kesänä vuodesta 2013 lähtien (kuvat 10, s. 13 ja 11, s. 13). Urakoitsijoiden koneet painavat kahdesta kahdeksaan tonniin. Tämän kokoiset koneet ovat sopivan painoisia kaasuputkilinjalle. Koneiden on oltava kevyitä, jotta linjalle synny painumia. Painumat herättäisivät epäilyn maa-aineksen siirtymisestä putken ympärillä ja mahdollisesta teräsputken pinnoitevauriosta. Kesällä 2015 raivauksessa käytettiin kahta telakaivinkonetta ja yhtä Tehojätkää.

Kaivinkoneet ovat olleet urakoitsijoiden mukaan käytännöllisiä, luotettavia ja polttoaineen kulutuksen suhteen taloudellisia. Koneiden työergonomia ja kestävyys saivat myös kiitosta. Niiden liikkuvuus on ollut hyvä vaihtelevassa maastossa, jossa tulee paljon ojien ylityksiä. Mensen raivauspäässä olevan tuen avulla ne pääsevät hyvin ojista yli. Parantamisen varaa on kaivinkoneiden siirreltävyudessa. Kaivinkoneita on jouduttu siirtämään raivauskohteiden välillä kuorma-autoilla niiden suurehkon koon vuoksi.



**Kuva 9.** Kubotan telakaivinkone ja Mensen raivauspää.

Urakoitsijoiden mielestä Tehojätkässä parasta on ollut keveys ja sen pieni koko. Tämän vuoksi sen pystyy siirtämään raivauskohteiden välillä perävaunulla. Tehojätkässä eniten parantamisen varaa on kestävyudessa. Tehojätjän kykyä ylittää ojia voisi parantaa käyttämällä mukana kuljetettavia ajoluiskia. Ajoluiskat pitäisi integroida pienmetsäkoneeseen, jolloin ne olisivat mukana tarvittaessa.





**Kuva 10.** Pienmetsäkone Tehojätkä.

Koneiden tehokkuuteen on oltu tyytyväisiä ja telakaivinkonetta pidetään näistä koneista parhaiten linjaraivaukseen soveltuvana. Jarcrac-telakoneen kokeilemista linjaraivaukseen pidettiin harkitsemisen arvoisena ajatuksena. Harvesteria tai ajokonetta ei suositella linjaraivaukseen, koska sama tehokkuus saadaan pienemmilläkin koneilla. Isommilla koneilla on myös kalliimmat varaosat, joten koneen rikkouduttua kustannustehokkuus kärsii.



**Kuva 11.** Tehojätkällä tehty linjaraivaus.

### 4.1.2 Raivauspää

Vuonna 2015 kaikilla urakoitsijoilla oli käytössään Mensen raivauspää. (Kuva 12.) Osalla urakoitsijoista oli kokemusta aikaisemmilta vuosilta Usewoodin UW40-raivaimesta. Raivauspäällä pyritään sahaamaan kannot noin 30 senttimetrin korkeuteen. Raivauspäällä pyritään sahaamaan kannon pää repaleiseksi, jolloin vesomista ei oletettavasti tapahdu niin nopeasti kuin siilestä kannosta.



**Kuva 12.** Mensen raivauspää.

Mensen raivauspää soveltuu hyvin linjaraivaukseen kestävyytensä, tehokkuutensa ja vähäisen huollon tarpeen vuoksi. Raivauspää on kestävä yksinkertaisuutensa vuoksi. Terä ei tylsy merkittävästi, vaikka se osuisi kiveen. Se on tehokas, koska terä liikkuu nopeasti, ja kaksipuolisella terällä voi sahata koko ajan liikuteltaessa raivauspäätä edestakaisin vesakossa. Tämän vuoksi jokaisella vedolla terä sahaa. Raivauspää on myös turvallinen, koska se ei lennä puunkappaleita pitkälle.

Usewoodin UW40-raivainta on käytetty linjaraivaukseen vuosina 2013 ja 2014. (Kuva 13, s. 15.) Raivaimen terä muistuttaa raivaussahanterää. Terä pyörii hitaammin kuin raivaussahanterä, joten tehoaine ei lennä terältä pois. Sahattavan kannon korkeuden on oltava yli 15 cm, jotta kasvillisuus ei pyyhi tehoainetta terältä. Tehoaine sumutetaan pyörivän terän alapuolelle.



Kuva 13. UW40-raivain.

Linjaraivauksessa on kokeiltu myös ketjuraivainta. Ketjuraivain ei kuitenkaan sovellu linjaraivaukseen, sillä se hajottaa helposti merkintäpylväitä, eikä tehoaineen levittäminen onnistu suuresta pyörimisnopeudesta johtuen.

Mensen raivauspäätä pidetään tällä hetkellä linjaraivaukseen parhaiten soveltuvana ja se on toiminut urakoitsijoilla hyvin. Sen raivausteho on riittänyt hyvin linjaraivaukseen.

#### 4.1.3 Torjunta-aineen levitys

Glyfosaattiliuosta menee noin 120 litraa hehtaarille. Tehoaine on vahvuudeltaan noin 12 %. Koska glyfosatti on vahvasti ruostuttavaa aineita, sitä säilytetään säiliöissä, jotka kestävät ruostumista, esimerkiksi 120 litraisissa polttoainesäiliöissä. Kaivinkoneissa torjunta-ainesäiliö sijaitsee ohjaamon takana. Pienmetsäkoneessa (Tehojätkä) säiliö sijaitsee joko koneen etuosassa sille tehdyllä paikalla, tai ohjaamon takana. Tehoaineen siirtämiseen säiliöstä raivauspäähän tarvitaan sähköpumppua, joka sijaitsee konehuoneessa. Raivauspäässä on suuttimia, joista aine leviää terälle ja terältä kannon pinnalle. Urakoitsijoilla käytössä olevissa raivauspäissä suuttimet sijaitsevat lähellä terää, jotta ainetta menee vain terälle.

Mensen raivauspäässä torjunta-ainetta levitetään teriin yläpuolelta tai vaihtoehtoisesti terien väliin (kuva 14, s. 16). Mensen raivauspään tuki on käytännöllinen apu esimerkiksi ojien ylityksissä. Ainetta voidaan levittää joko automaattisesti tai manuaalisesti. Automaattisesti ainetta levitettäessä tietokoneelta säädetään kuinka usein ja kuinka paljon terälle levitetään ainetta. Manuaalisesti ainetta levitetään käsisyötöllä katkaisijasta painamalla. Tällöin tehoainetta leviää terälle niin kauan, kun koneen kuljettaja painaa katkaisijasta.



**Kuva 14.** Telakaivinkone Mensen raivauspäällä. Kuvassa näkyy tehoaineen säiliö ja letku, jota pitkin aine menee raivauspään terälle. Huomioitavaa kuvassa on myös T:n muotoinen tuki, johon raivauspää nojaa.

Käsisyötön etu on, että tarvittaessa terälle saadaan enemmän ainetta esimerkiksi ison kantoruusukkeen kohdalla. Käsisyötössä kuljettajan valinnoilla on suuri merkitys aineen menekkiin. Terän välistä ainetta levitettäessä ongelmana ovat roskat, jotka voivat tukkia kanavan niin, ettei ainetta mene terälle. Tehoaine on väritöntä, jonka vuoksi liuokseen on lisättävä väriainetabletteja. Väriainetabletit värjäävät liuoksen, jotta voidaan seurata liuoksen leviämistä kannon pinnalle. Jokaiseen kantoon olisi levitettävä tehoainetta pajujen kasvun hillitsemiseksi.

Urakoitsijoiden mukaan tehoaineen syöttölaitteistossa on aina parantamisen varaa. Aineen levittämiseen tarkoitettu putki voisi olla vahvempi, ettei se vääntyisi pajujen takia. Erilaisia suuttimia kokeilemalla aineen levitys terälle saattaisi tehostua.

### 4.1.4 Muuta

Koneellisen raivauksen ja glyfosaatin käytön vuoksi raivausväli on arvioiden mukaan muuttunut kolmesta vuodesta noin viiteen vuoteen. Raivausvälin arviointi on vaikeaa, koska ensimmäinen kaasuputkilinjan koneellinen raivaus glyfosaattilevityksellä on tehty keväällä 2013. Lisäksi raivausvälin pituus riippuu maaston rehevyydestä. Maaston rehevyydestä johtuen raivausvälin pituus voi vaihdella useamman vuoden.

Urakoitsijoiden mielestä glyfosaattiliuokseen tarvittavan puhtaan veden tuominen linjalle on haastavaa. Liuoksessa täytyy käyttää aina puhdasta vettä, jotta koneen osat eivät tukkeudu roskista. Glyfosaattiliuosta menee noin 120 litraa hehtaarille, joten vettä täytyy tuoda paljon. Liuoksen tekemiseen ja veden kuljettamiseen menee myös aikaa, joka on pois tehokkaasta työajasta. Aina koneen vierellä ei ole huoltotietä, jota pitkin vettä voisi tuoda koneelle. Koneen siirtely linjalla on ollut ongelmallista ja lisännyt kuljetuskustannuksia. Koneita joudutaan siirtelemään paljon, koska kaasuputkilinjalla tulee toisinaan vastaan peltoja ja puroja, joita ei voi tai pysty ylittämään.

## 4.2 Kustannuslaskelma

Raivaamisesta aiheutuvat kustannukset on laskettu 15 vuoden aikajalla. Koneellisen linjaraiivauksen kustannukset glyfosaatilla on laskettu viiden vuoden raivausvälillä. Koneellisen linjaraiivauksen hinnaksi on esitetty 480 euroa hehtaarilta. Raivaussahamiehen raivaustyö ilman tehoainetta on laskettu kolmen vuoden raivausvälillä. Raivaussahamiehen hinnaksi on laskettu 400 euroa hehtaarilta. (Taulukko 1.)

Laskelman tuloksena koneellinen linjaraiivaus 15 vuoden ajalta viiden vuoden raivausvälillä on 480 euroa halvempaa hehtaarilta kuin raivaussahalla raivaaminen kolmen vuoden välein. Tästä suoraan laskettuna koneellinen linjaraiivaus glyfosaatilla on joka vuosi 15 vuoden ajalta 32 euroa halvempaa hehtaaria kohti laskettuna.

**Taulukko 1.** Kustannuslaskelma 15 vuoden ajalta. Kustannuslaskelmassa ylempänä on hinta hehtaaria kohti kaivinkoneelle glyfosaattikäsittelyllä. Alempana taulukossa on raivaussahamiehen hinta hehtaaria kohti. Hintoihin sisältyvät polttoaineet ja koneellisessa linjaraiivauksessa glyfosaatti.

	Raivausväli (v.)	Vuodet									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Koneraivaus	5	480					480				
Raivaussaha	3	400		400				400			400

	Raivausväli (v.)	Vuodet					Yhteensä (€)	
		10	11	12	13	14		15
Koneraivaus	5	480					480	1920
Raivaussaha	3			400			400	2400

## 4.3 Sienitutkimuksen tulokset

Tutkimuksessa kiiltopajun ja raidan kantoja käsiteltiin viidellä eri tavalla. Käsittelety olivat:

- Glyfosaatti: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä ja UW40-raivaimella
- Sieni UW40-käsittely: raivaus ja purppuranahakan levitys Usewoodin Tehojätkällä ja UW40-raivaimella
- Sieni paineruisku: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla
- Kontrolli kesä: raivaus kesällä Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä
- Kontrolli syksy: raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä.

## 4.3.1 Kiiltopaju

Kiiltopajun kantojen kuolleisuus kontrollikäsittelyssä (Usewoodin Tehojätkä, pelkkä raivaus kesällä) oli 17,9 %. Paineruiskulla tehdyssä sienikäsittelyssä kuolleisuusprosentti oli 22,5. Sienikäsittelyn kuolleisuus verrattuna alkukesän pelkkään raivaukseen (kontrollikäsittely) oli vain 4,6 % suurempi. Usewoodin Tehojätkällä tehdyssä sienikäsittelyssä kuolleisuus oli 19,5 % eli kontrolliin verrattuna (raivaus Tehojätkällä kesällä) vain 1,6 % enemmän. Glyfosaattialoilla kuolleisuus oli 100 % eli 82,1 % enemmän kuin kesällä tehdyssä kontrollikäsittelyssä (raivaus Tehojätkällä kesällä). Usewoodin Tehojätkällä syksyllä tehdyn raivaamisen seurauksena kuolleisuusprosentti oli vain 2,6. Tämä on kontrollikäsittelyyn verrattuna (raivaus Tehojätkällä kesällä) 15,3 % pienempi. Tämä ero on tilastollisesti merkitsevä. Tulosten perusteella glyfosaattikäsittelyssä kuolleisuus on selvästi suurempi, kun taas syksyllä tehdyssä kontrollikäsittelyssä selvästi pienempi kuin alkukesällä tehdyssä kontrollikäsittelyssä (pelkkä raivaus Usewoodin Tehojätkällä kesällä). (Kaavio 1, Taulukot 2 ja 3, s.19.)

**Taulukko 2.** Kuolleisuus kiiltopajulla noin 2 vuotta ja 3 kuukautta käsittelyn jälkeen. Kuolleisuudelle on esitetty keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe (SE) kussakin käsittelyssä.

<b>Käsittely</b>	<b>Taimia (kpl)</b>	<b>Taimia kuollut (kpl)</b>	<b>Keskiarvo ± SE (%)</b>
Kontrolli kesä <sup>a</sup>	39	7	17,9 ± 6,2
Sieni paineruisku <sup>b</sup>	40	9	22,5 ± 6,7
Sieni UW40 <sup>c</sup>	41	8	19,5 ± 6,3
Glyfosaatti <sup>d</sup>	39	39	100
Kontrolli syksy <sup>e</sup>	39	1	2,6 ± 2,6

<sup>a</sup>Raivaus alkukesällä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40, ei tehoainetta

<sup>b</sup>Raivaus raivaussahalla, purppuranahakka levitetty paineruiskulla

<sup>c</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40, tehoaineena purppuranahakka

<sup>d</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40, tehoaineena glyfosaatti

<sup>e</sup>Raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40, ei tehoainetta

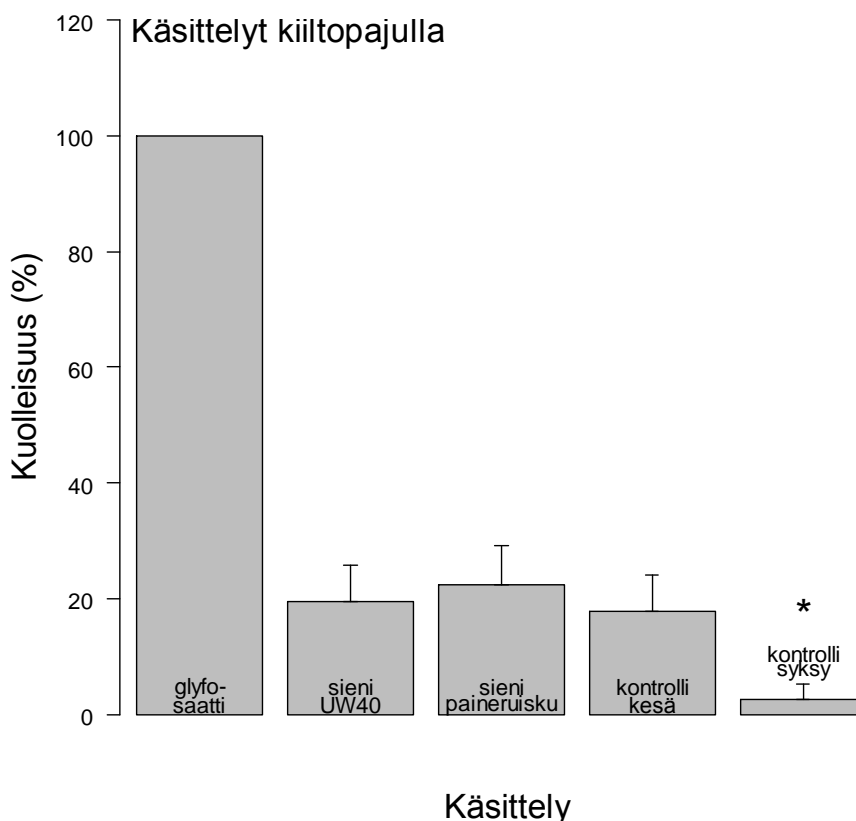
**Taulukko 3.** Kantojen kuolleisuusmalli kiiltopajulla ( $n = 198$ ). Tilastoanalyysin (yleistetty lineaarinen sekamalli) antamat kertoimet ja keskiarvon keskivirheet (SE) sekä  $p$ -arvo on esitetty.  $P$ -arvon ollessa  $\leq 0,05$  on muuttuja tilastollisesti merkitsevä.

Muuttuja	Kerroin $\pm$ SE	$p$
Vakio	$- 1,548 \pm 1,342$	0,249
Käsittely <sup>a</sup>		
• Sieni paineruisku <sup>b</sup>	$0,242 \pm 0,605$	0,689
• Sieni UW40 <sup>b</sup>	$0,426 \pm 0,654$	0,515
• Glyfosaatti <sup>b</sup>	-	-
• Kontrolli syksy <sup>b</sup>	$- 2,241 \pm 1,123$	<b>0,046</b>
Kantoläpimitta (mm)	$0,072 \pm 0,043$	0,095
Kannon korkeus (cm)	$- 0,019 \pm 0,026$	0,461
Kantojen lukumäärä ympärillä <sup>c</sup>	$- 0,019 \pm 0,051$	0,716
Kantoruusukkeen koko	$- 0,191 \pm 0,160$	0,232

<sup>a</sup> ”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä, UW40-raivaimella; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä

<sup>b</sup> Ero alkukesällä UW40-raivaimella tehtyyn raivaamiseen (kontrolli kesä)

<sup>c</sup> Muut kannot tai vesat tutkittavan kannon ympärillä 0,5 m säteellä



**Kaavio 1.** Kuolleisuus kiiltopajulla. Tähdellä on merkitty tilastollisesti merkitsevät erot kesällä tehdyn kontrollin ja muiden kiiltopajulla tehtyjen raivauskäsittelyiden välillä. ”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä, UW40-raivaimella; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä.

Elävien vesojen lukumäärämallissa eri käsittelyiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Glyfosaattikäsittely ei ollut mallissa mukana, sillä glyfosaatilla käsitellyiltä aloilta kaikki vesat olivat kuolleet. Kuitenkin, kantoläpimitta ja kantokorkeus vaikuttivat tilastollisesti merkitsevästi kantovesojen määrään ( $p \leq 0,05$ ). Mitä isompi tai korkeampi kanto on, sitä enemmän on eläviä vesoja. (Kaavio 2 ja Taulukko 4.)

**Taulukko 4.** Elävien vesojen lukumäärämalli kiiltopajulla. Tilastoanalyysin (yleistetty lineaarinen sekamalli) antamat kertoimet ja keskiarvon keskivirheet (SE) sekä  $p$ -arvo on esitetty. Kun  $p \leq 0,05$  on muuttuja tilastollisesti merkitsevä.

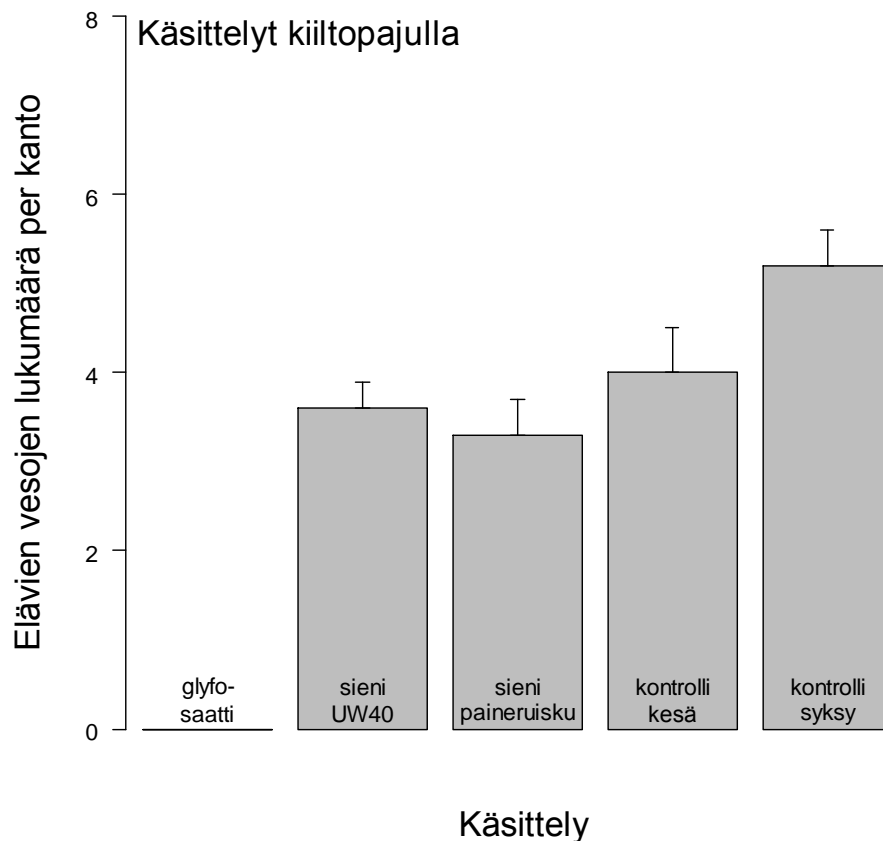
<b>Muuttuja</b>	<b>Kerroin <math>\pm</math> SE</b>	<b><math>p</math></b>
Vakio	0,634 $\pm$ 0,297	<b>0,033</b>
Käsittely <sup>a</sup>		
• Sieni paineruisku <sup>b</sup>	- 0,195 $\pm$ 0,254	0,443
• Sieni UW40 <sup>b</sup>	0,042 $\pm$ 0,227	0,853
• Glyfosaatti <sup>b</sup>	-	-
• Kontrolli syksy <sup>b</sup>	0,326 $\pm$ 0,219	0,136
Kantoläpimitta (mm)	0,030 $\pm$ 0,010	<b>0,002</b>
Kannon korkeus (cm)	0,009 $\pm$ 0,004	<b>0,023</b>
Kantojen lukumäärä ympärillä <sup>c</sup>	- 0,022 $\pm$ 0,012	0,065
Kantoruusukkeen koko	0,021 $\pm$ 0,031	0,497

<sup>a</sup>”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä

<sup>b</sup> Ero alkukesällä UW40-raivaimella tehtyyn raivaamiseen (kontrolli kesä)

<sup>c</sup> Muut kannot tai vesat tutkittavan kannon ympärillä 0,5 m säteellä





**Kaavio 2.** Elävien vesojen lukumäärä per kanto kiiltopajuilla. ”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä, UW40-raivaimella; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä. Käsittelyjen välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja.

Kiiltopajulla elävien vesojen maksimipituuteen tilastollisesti merkitsevästi vaikuttavia tekijöitä ovat kantoläpimitta, kantojen lukumäärä ympärillä ja kantoruusukkeen koko ( $t \geq 2$ ). Edellä mainitut tekijät lisäävät elävien vesojen maksimipituutta. Glyfosaattialoilla ei ollut vesoja ollenkaan, joten tämä käsittely ei ollut ollenkaan mukana analyysissä. Paineruiskulla käsitellyt alat erottuvat joukosta, mutta muuten käsittelytavoissa ei ole suuria eroja. Vaikka paineruiskualoilla (sienikäsittely) vesapituus oli suurempi, ero ei ole tilastollisesti merkitsevää. (Taulukko 5, s.22 ja Kaavio 3, s.22.)

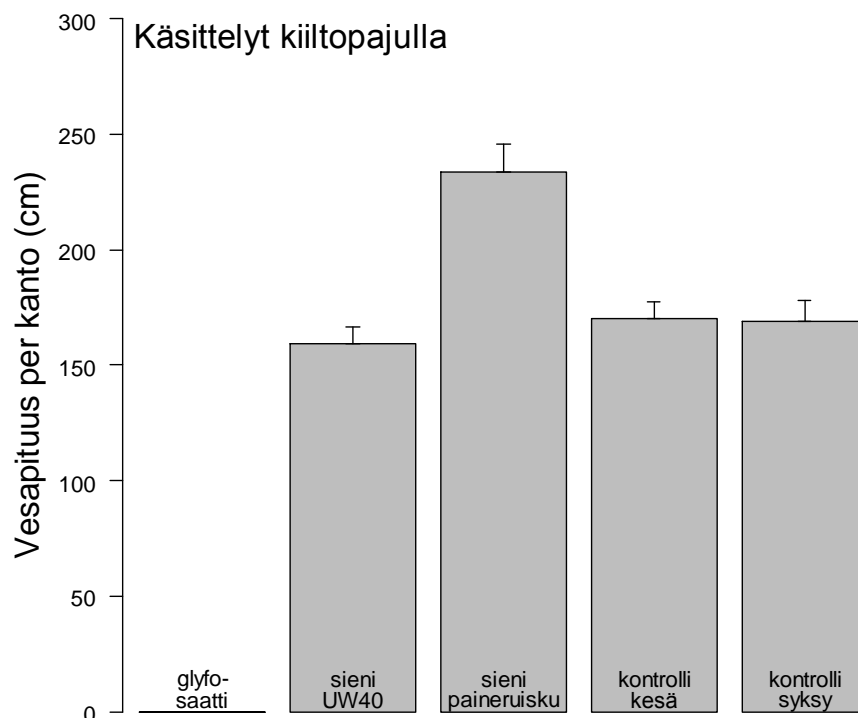
**Taulukko 5.** Elävien vesojen maksimipituusmalli kiiltopajulla. Tilastoanalyysin (yleistetty lineaarinen sekamalli) antamat kertoimet ja keskiarvon keskivirheet (SE) sekä *t*-arvo on esitetty. *T*-arvon ollessa  $\geq 2$ , on selittävä tekijä tilastollisesti merkitsevä.

Muuttuja	Kerroin $\pm$ SE	<i>t</i>
Vakio	84,087 $\pm$ 29,275	2,872
Käsittely <sup>a</sup>		
• Sieni paineruisku <sup>b</sup>	23,331 $\pm$ 36,444	0,640
• Sieni UW40 <sup>b</sup>	- 2,633 $\pm$ 31,559	- 0,083
• Glyfosaatti <sup>b</sup>	-	-
• Kontrolli syksy <sup>b</sup>	7,050 $\pm$ 32,510	0,217
Kantoläpimitta (mm)	2,960 $\pm$ 0,720	<b>4,112</b>
Kannon korkeus (cm)	0,454 $\pm$ 0,297	1,527
Kantojen lukumäärä ympärillä <sup>c</sup>	2,145 $\pm$ 0,814	<b>2,637</b>
Kantoruusukkeen koko	5,043 $\pm$ 2,127	<b>2,371</b>
Tuhot	- 20,423 $\pm$ 11,992	- 1,703

<sup>a</sup>”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä

<sup>b</sup> Ero alkukesällä UW40-raivaimella tehtyyn raivaamiseen (kontrolli kesä)

<sup>c</sup> Muut kannot tai vesat tutkittavan kannon ympärillä 0,5 m säteellä



### Käsittely

**Kaavio 3.** Vesapituus per kanto (cm) kiiltopajulla. ”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä, UW40-raivaimella; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä. Käsittelyiden välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja.

## 4.3.2 Raita

Raidoilla kontrollikäsittelyn (pelkkä raivaus Usewoodin Tehojätkällä alkukesällä) kuolleisuusprosentti oli 30,0. Kuolleisuus paineruiskulla tehdyssä sienikäsittelyssä oli 41,3 %. Verrattuna kontrolliin se oli 11,3 % suurempi, mutta ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Tehojätkällä ja UW40-raivaimella tehdyssä sienikäsittelyssä kuolleisuus oli 34,0 %. Kontrollialaan verrattuna se oli 4,0 % suurempi. Ero ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Glyfosaattikäsittelyssä kuolleisuus oli 95,1 %. Tässä käsittelyssä kuolleisuus oli 65,1 % suurempi kuin kesällä tehdyillä kontrollialoilla. Tämä on tilastollisesti merkitsevä ero. (taulukko7, kaavio 4) Syksyllä tehdyillä kontrollialoilla (raivaus Tehojätkällä syksyllä) kuolleisuusprosentti oli 12,2. Tämä on kesän kontrollikäsittelyyn (raivaus Tehojätkällä kesällä) verrattuna 17,8 % pienempi. Ero ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. (taulukko 6.) Kantoruusukkeen koko oli tilastollisesti merkitsevä tekijä. Isommassa kantoruusukkeessa kuolleisuus oli suurempaa. (Taulukko 7.)

**Taulukko 6.** Kuolleisuus raidalla noin 2 vuotta ja 3 kuukautta käsittelyn jälkeen. Kuolleisuudelle on esitetty keskiarvo ja keskiarvon keskivirhe (SE) kussakin käsittelyssä.

Käsittely	Taimia kpl	Taimia kuollut, kpl	Kuolleisuus ± SE %
Kontrolli kesä <sup>a</sup>	40	12	30,0 ± 7,3
Sieni paineruisku <sup>b</sup>	46	19	41,3 ± 7,3
Sieni UW40 <sup>c</sup>	47	16	34,0 ± 7,0
Glyfosaatti <sup>d</sup>	41	39	95,1 ± 3,4
Kontrolli syksy <sup>e</sup>	41	5	12,2 ± 5,2

<sup>a</sup>Raivaus alkukesällä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

<sup>b</sup>Raivaus raivaussahalla, tehoaine purppuranahakka levitetty paineruiskulla

<sup>c</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena purppuranahakka

<sup>d</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena glyfosaatti

<sup>e</sup>Raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

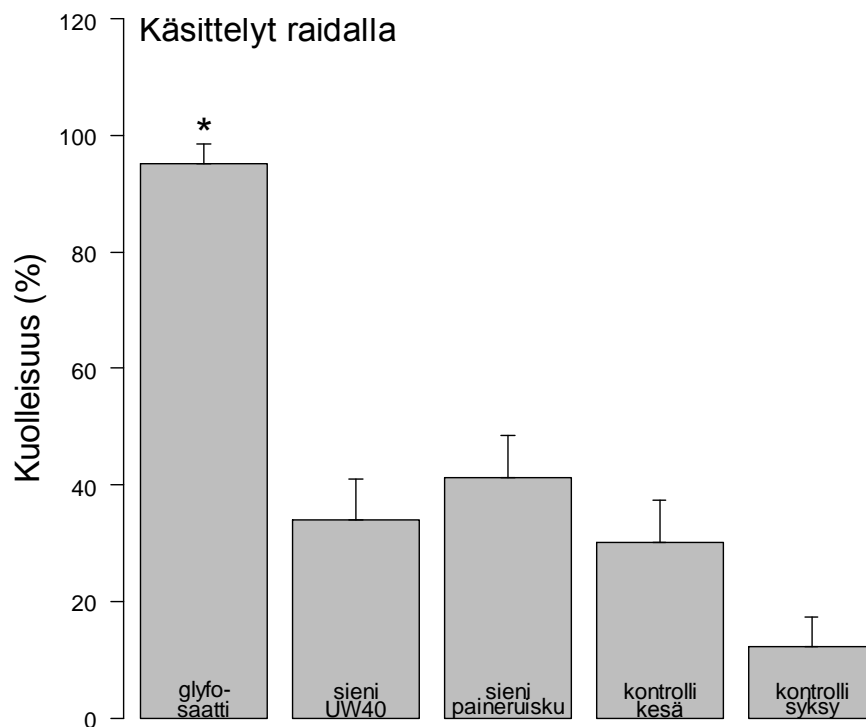
**Taulukko 7.** Raidan kuolleisuusmalli ( $n=215$ ). Tilastoanalyysin (yleistetty lineaarinen sekamalli) antamat kertoimet ja keskiarvon keskivirheet (SE) sekä  $p$ -arvo on esitetty.  $P$ -arvon ollessa  $\leq 0,05$  on muuttuja tilastollisesti merkitsevä.

Muuttuja	Kerroin $\pm$ SE	$p$
Vakio	$-1,512 \pm 0,924$	0,102
Käsittely <sup>a</sup>		
• Sieni paineruisku <sup>b</sup>	$0,419 \pm 0,634$	0,509
• Sieni UW40 <sup>b</sup>	$0,278 \pm 0,653$	0,670
• Glyfosaatti <sup>b</sup>	$4,366 \pm 0,976$	<b>&lt; 0,001</b>
• Kontrolli syksy <sup>b</sup>	$-0,662 \pm 0,755$	0,380
Kantoläpimitta (mm)	$0,024 \pm 0,022$	0,273
Kannon korkeus (cm)	$-0,028 \pm 0,021$	0,167
Kantojen lukumäärä ympärillä <sup>c</sup>	$0,071 \pm 0,053$	0,185
Kantoruusukkeiden koko	$0,200 \pm 0,099$	<b>0,043</b>

<sup>a</sup>”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä

<sup>b</sup> Ero alkukesällä UW40-raivaimella tehtyyn raivaamiseen (kontrolli kesä)

<sup>c</sup> Muut kannot tai vesat tutkittavan kannon ympärillä 0,5 m säteellä



### Käsittely

**Kaavio 4.** Kuolleisuus (%) raidalla. Tähdellä on merkitty tilastollisesti merkitsevät erot kesällä tehdyn kontrollin ja muiden raidalla tehtyjen raivauskäsittelyiden välillä. ”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä.

Elävien vesojen lukumäärää tarkasteltaessa havaitaan, että eri käsittelyjen välillä ei ole suuria eroja. Raidan elävien vesojen lukumäärään per kanto vaikuttaa tilastollisesti merkitsevästi kannon korkeus ( $p \leq 0,05$ ). Mitä korkeampi kanto, sitä enemmän on eläviä kantoja. (Kaavio 5, s.25 ja Taulukko 8.)

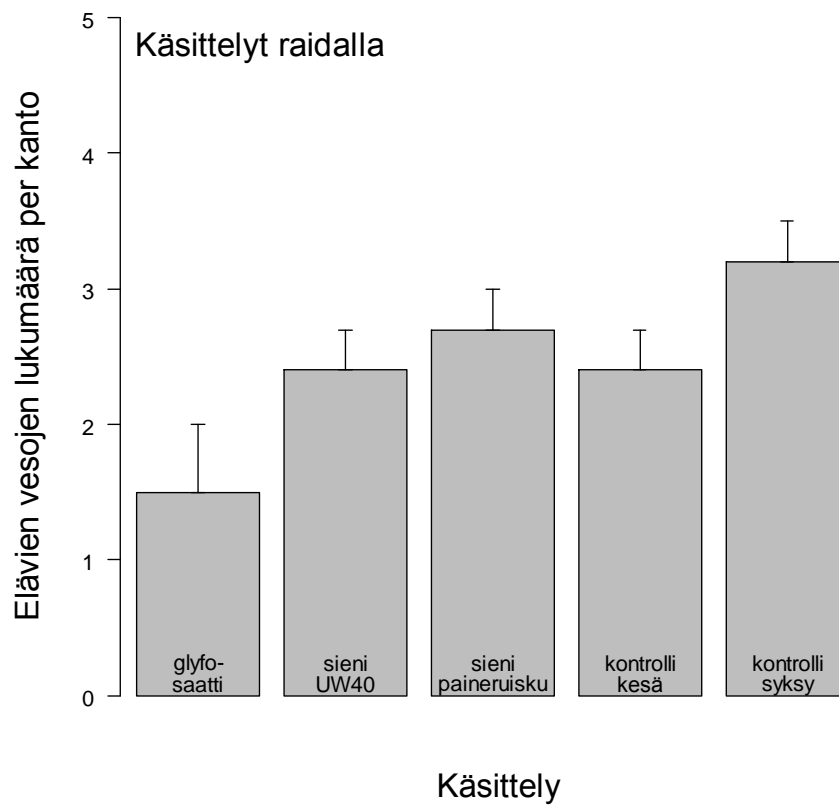
**Taulukko 8.** Elävien vesojen lukumäärämalli raidalla. Tilastoanalyysin (yleistetty lineaarinen sekamalli) antamat kertoimet ja keskiarvon keskivirheet (SE) sekä  $p$ -arvo on esitetty. Kun  $p \leq 0,05$  on muuttuja tilastollisesti merkittävä.

<b>Muuttuja</b>	<b>Kerroin <math>\pm</math> SE</b>	<b><math>p</math></b>
Vakio	0,371 $\pm$ 0,266	0,162
Käsittely <sup>a</sup>		
• Sieni paineruisku <sup>b</sup>	0,172 $\pm$ 0,173	0,320
• Sieni UW40 <sup>b</sup>	- 0,088 $\pm$ 0,175	0,614
• Glyfosaatti <sup>b</sup>	- 0,708 $\pm$ 0,603	0,240
• Kontrolli syksy <sup>b</sup>	0,199 $\pm$ 0,167	0,232
Kantoläpimitta (mm)	0,009 $\pm$ 0,008	0,264
Kannon korkeus (cm)	0,013 $\pm$ 0,006	<b>0,022</b>
Kantojen lukumäärä ympärillä <sup>c</sup>	0,003 $\pm$ 0,019	0,885
Kantoruusukkeiden koko	- 0,029 $\pm$ 0,041	0,467

<sup>a</sup> "Glyfosaatti" ja "sieni UW40"-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä; "sieni paineruisku": pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja "kontrolli kesä" ja "kontrolli syksy": raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä

<sup>b</sup> Ero alkukesällä UW40-raivaimella tehtyyn raivaamiseen (kontrolli kesä)

<sup>c</sup> Muut kannot tai vesat tutkittavan kannon ympärillä 0,5 m säteellä



**Kaavio 5.** Elävien vesojen lukumäärä per kanto raidalla. ”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä. Käsittelyiden välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja.

Raidalla eri käsittelymenetelmät eivät poikkea toisistaan tarkasteltaessa elävien vesojen maksimipituutta. (kaavio 6, s.28 ja taulukko 9) Kantoläpimitta oli tilastollisesti merkitsevä tekijä. Suurempi läpimittaisessa kannossa kasvaa maksimipituudeltaan pidempiä vesoja. (Taulukko 9.)

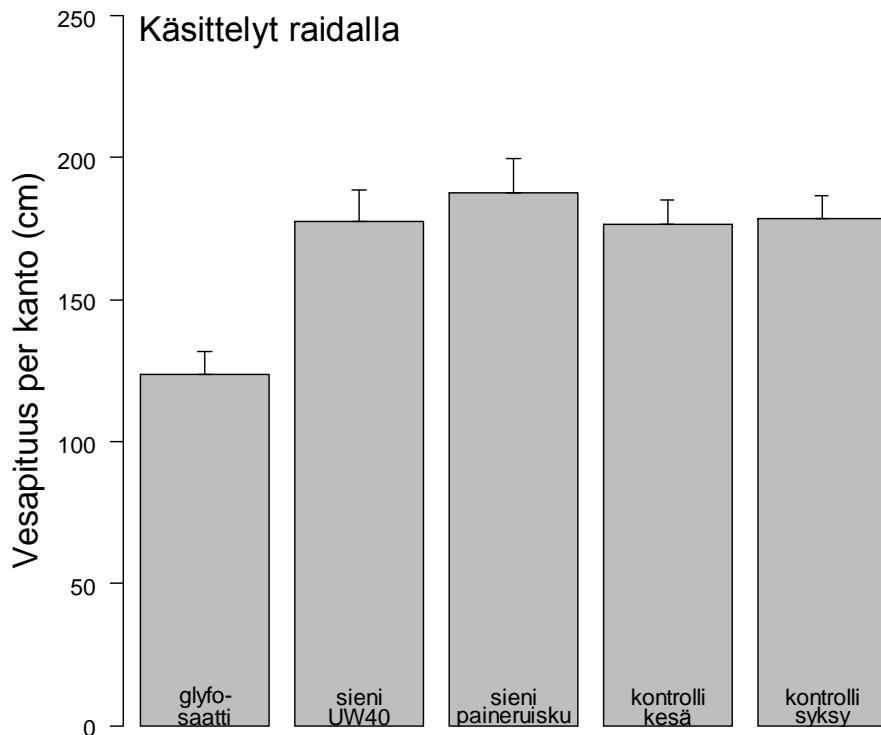
**Taulukko 9.** Elävien vesojen maksimipituusmalli raidalla. Tilastoanalyysin (yleistetty lineaarinen sekamalli) antamat kertoimet ja keskiarvon keskivirheet (SE) sekä *t*-arvo on esitetty. *T*-arvon ollessa  $\geq 2$ , on selittävä tekijä tilastollisesti merkittävä.

Muuttuja	Kerroin $\pm$ SE	<i>t</i>
Vakio	110.152 $\pm$ 24.552	4.486
Käsittely <sup>a</sup>		
• Sieni paineruisku <sup>b</sup>	15,788 $\pm$ 19,555	0,807
• Sieni UW40 <sup>b</sup>	- 6,981 $\pm$ 19,112	- 0,365
• Glyfosaatti <sup>b</sup>	- 63,903 $\pm$ 41,767	- 1,530
• Kontrolli syksy <sup>b</sup>	6,080 $\pm$ 19,307	0,315
Kantoläpimitta (mm)	1,671 $\pm$ 0,721	<b>2,319</b>
Kannon korkeus (cm)	0,498 $\pm$ 0,498	0,999
Kantojen lukumäärä ympärillä <sup>c</sup>	1,619 $\pm$ 1,541	1,051
Kantoruusukkeiden koko	3,736 $\pm$ 3,480	1,073
Tuhot	12,025 $\pm$ 10,894	1,104

<sup>a</sup> ”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä

<sup>b</sup> Ero alkukesällä UW40-raivaimella tehtyyn raivaamiseen (kontrolli kesä)

<sup>c</sup> Muut kannot tai vesat tutkittavan kannon ympärillä 0.5 m säteellä



### Käsittely

**Kaavio 6.** Vesapituus per kanto (cm) raidalla. ”Glyfosaatti” ja ”sieni UW40”-käsittely: raivaus ja tehoaineen levitys tehty Usewoodin Tehojätkällä; ”sieni paineruisku”: pajujen raivaus raivaussahalla, purppuranahakan levitys paineruiskulla; ja ”kontrolli kesä” ja ”kontrolli syksy”: raivaus Usewoodin Tehojätkällä UW40-raivaimella ilman tehoaineen levitystä. Käsittelyiden välillä ei ole tilastollisesti merkitseviä eroja.

#### 4.4 Vuoden 2014 ja 2015 sienitutkimuksen tulosten vertailu

Vertaan tässä syksyn 2015 inventoinnin tuloksia syksyn 2014 inventoinnin tuloksiin (Valkonen 2014). Tarkoituksena on selvittää, onko pajun kantoja kuollut vuodessa merkittävästi lisää purppuranahakkasienen vaikutuksesta. Tämän lisäksi tutkin, onko merkittäviä muutoksia tullut elävien vesojen lukumäärään ja elävien vesojen maksimipituuteen.

Yhtä käsittelyä lukuun ottamatta kuolleisuus oli lisääntynyt vuoden aikana. Kiiltopajun alkukesällä tehdyillä kontrollialoilla oli täysin sama kuolleisuusprosentti kuin vuotta aikaisemmin. Kiiltopajulla kuolleisuus oli lisääntynyt eniten sienialoilla, jotka oli tehty Usewoodin UW40-raivaimella. Tästäkin käsittelyssä kuolleisuus oli vuonna 2015 kuitenkin vain 19,5 %, joka on suhteellisen vähän. (Taulukko 10, s.29.)



**Taulukko 10.** Kiiltopajun kuolleisuus (%) vuosina 2014 ja 2015.

<b>Käsittely</b>	<b>2014 (%)</b>	<b>2015 (%)</b>	<b>Ero (%)</b>
Kontrolli kesä <sup>a</sup>	17,9	17,9	0
Sieni paineruisku <sup>b</sup>	17,5	22,5	5,0
Sieni UW40 <sup>c</sup>	10,3	19,5	9,2
Glyfosaatti <sup>d</sup>	97,5	100	2,5
Kontrolli syksy <sup>e</sup>	0	2,6	2,6

<sup>a</sup>Raivaus alkukesällä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

<sup>b</sup>Raivaus raivaussahalla, tehoaineena purppuranahakka levitetty paineruiskulla

<sup>c</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena purppuranahakka

<sup>d</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena glyfosaatti

<sup>e</sup>Raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

Raidalla kuolleisuus oli lisääntynyt kaikissa käsittelyissä. Vähiten kuolleisuus oli kasvanut alkukesällä UW40-raivaimella tehdyillä kontrollialoilla (pelkkä raivaus), joilla kuolleisuus oli kasvanut vain 1,8 %. Eniten kuolleisuus oli lisääntynyt paineruiskulla tehdyssä sienikäsittelyssä (kuolleita kantoja 21,7 % enemmän kuin vuonna 2014). (Taulukko 11.)

**Taulukko 11.** Raidan kuolleisuus (%) vuosina 2014 ja 2015.

<b>Käsittely</b>	<b>2014 (%)</b>	<b>2015 (%)</b>	<b>Ero (%)</b>
Kontrolli kesä <sup>a</sup>	28,2	30,0	1,8
Sieni paineruisku <sup>b</sup>	19,6	41,3	21,7
Sieni UW40 <sup>c</sup>	21,3	34,0	12,7
Glyfosaatti <sup>d</sup>	85,4	95,1	9,7
Kontrolli syksy <sup>e</sup>	0	12,2	12,2

<sup>a</sup>Raivaus alkukesällä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

<sup>b</sup>Raivaus raivaussahalla, tehoaineena purppuranahakka levitetty paineruiskulla

<sup>c</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena purppuranahakka

<sup>d</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena glyfosaatti

<sup>e</sup>Raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

Kiiltopajulla elävien vesojen lukumäärä ei ole merkittävästi vähentynyt vuodessa. Glyfosaattikäsittelyssä loputkin kiiltopajut olivat kuolleet. Kesän kontrollialoilla (tehty Usewoodin Tehojätkällä) ero vuosien 2014 ja 2015 välillä on todella pieni. Muilla aloilla vesalukumäärä on vähentynyt noin kaksi kappaletta per kanto. Glyfosaattikäsittelyä lukuun ottamatta vesoja on kuitenkin ainakin kolme kappaletta kantoa kohden. (Taulukko 12, s.30.)

**Taulukko 12.** Elävien vesojen lukumäärä per kanto kiiltoajavuosina 2014 ja 2015.

<b>Käsittely</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Ero (kpl)</b>
Kontrolli kesä <sup>a</sup>	4,3	4,0	– 0,3
Sieni paineruisku <sup>b</sup>	5,2	3,3	– 1,9
Sieni UW40 <sup>c</sup>	5,7	3,6	– 2,1
Glyfosaatti <sup>d</sup>	5,0	0,0	– 5,0
Kontrolli syksy <sup>e</sup>	7,4	5,2	– 2,2

<sup>a</sup>Raivaus alkukesällä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

<sup>b</sup>Raivaus raivaussahalla, tehoaineena purppuranahakka levitetty paineruiskulla

<sup>c</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena purppuranahakka

<sup>d</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena glyfosaatti

<sup>e</sup>Raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

Muutos raidan elävien vesojen lukumäärissä ei ole merkittävä vuoden takaisiin tuloksiin nähden. Suurin ero vuoden takaisiin tuloksiin on syksyn kontrollialalla, jossa vesalukumäärä per kanto on vähentynyt 3,5 kappaletta. Tämänkin jälkeen alalla on kuitenkin enemmän vesoja kantoa kohden kuin muilla aloilla. (Taulukko 13.)

**Taulukko 13.** Elävien vesojen lukumäärä (kpl) raidalla per kanto vuosina 2014 ja 2015.

<b>Käsittely</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>ero (kpl)</b>
Kontrolli kesä <sup>a</sup>	3,4	2,4	– 1,0
Sieni paineruisku <sup>b</sup>	3,8	2,7	– 1,1
Sieni UW40 <sup>c</sup>	4,0	2,4	– 1,6
Glyfosaatti <sup>d</sup>	2,2	1,5	– 0,7
Kontrolli syksy <sup>e</sup>	6,7	3,2	– 3,5

<sup>a</sup>Raivaus alkukesällä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

<sup>b</sup>Raivaus raivaussahalla, tehoaineena purppuranahakka levitetty paineruiskulla

<sup>c</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena purppuranahakka

<sup>d</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena glyfosaatti

<sup>e</sup>Raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

Kiiltoajalla elävien vesojen maksimipituus on kasvanut 26,1–45,9 cm. Glyfosaattialoilla kaikki vesat ovat kuolleet. (Taulukko 14.)

**Taulukko 14.** Elävien vesojen maksimipituus (cm) kiiltoajalla vuosina 2014 ja 2015.

<b>Käsittely</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>Ero cm</b>
Kontrolli kesä <sup>a</sup>	137,2	170,1	32,9
Sieni paineruisku <sup>b</sup>	189,0	233,6	44,6
Sieni UW40 <sup>c</sup>	133,3	159,4	26,1
Glyfosaatti <sup>d</sup>	128,0	0,0	– 128,0
Kontrolli syksy <sup>e</sup>	123,0	168,9	45,9

<sup>a</sup>Raivaus alkukesällä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

<sup>b</sup>Raivaus raivaussahalla, tehoaineena purppuranahakka levitetty paineruiskulla

<sup>c</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena purppuranahakka

<sup>d</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena glyfosaatti

<sup>e</sup>Raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

Raidalla elävien vesojen maksimipituus on kasvanut 24,8–58,7 senttimetriin eli melko tasaisesti kaikissa käsittelyissä. (Taulukko 15.)

**Taulukko 15.** Elävien vesojen maksimipituus (cm) raidalla vuosina 2014 ja 2015.

Käsittely	2014	2015	Ero cm
Kontrolli kesä <sup>a</sup>	131,3	176,7	45,4
Sieni paineruisku <sup>b</sup>	129,0	187,7	58,7
Sieni UW40 <sup>c</sup>	145,0	177,8	32,8
Glyfosaatti <sup>d</sup>	78,7	123,5	44,8
Kontrolli syksy <sup>e</sup>	154,0	178,8	24,8

<sup>a</sup>Raivaus alkukesällä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

<sup>b</sup>Raivaus raivaussahalla, tehoaineena purppuranahakka levitetty paineruiskulla

<sup>c</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena purppuranahakka

<sup>d</sup>Raivaus Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 tehoaineena glyfosaatti

<sup>e</sup>Raivaus syksyllä Usewoodin Tehojätkällä, raivauspäänä UW40 ei tehoainetta

## 5 TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA

### 5.1 Urakoitsijoiden vastausten tarkastelu

Tavoitteena oli löytää urakoitsijoiden vastausten perusteella paras linjaraivausmenetelmä kaasuputkilinjalle. Tämän lisäksi tutkin koneellisen linjaraivauksen kustannustehokkuutta.

Haastattelujen perusteella linjaraivaukseen parhaiten soveltuva kone on pieni telakaivinkone, painoltaan noin neljä-kahdeksan tuhatta kiloa. Telakaivinkone soveltuu hyvin linjaraivaukseen, koska se pystyy liikkumaan hyvin kaasulinjalla. Tämän lisäksi kaivinkone on ergonominen, varmatoiminen ja tehokas. Linjaraivauksessa voi käyttää myös pienmetsäkone Tehojätkää. Tehojätkässä ongelmana on kuitenkin ollut sen heikko kestävyys.

Haastatteluissa tuli ilmi, että Mensen raivauspää on kestävä, tehokas, luotettava, suhteellisen huoltovapaa, ja varmatoiminen, ja tällä hetkellä kannattavin raivauspää linjaraivaukseen. Urakoitsijat olivat yksimielisesti sitä mieltä, että Mensen raivauspää soveltuu parhaiten linjojen raivaukseen.

Mensen raivauspään lisäksi linjalla on käytetty UW40-raivainta, joka ei kuitenkaan ole linjojen raivaamisessa yhtä tehokas kuin Mense. Linjaraivauksessa voi jatkossa kokeilla myös Vallius Forestry Cutlink -taimikonhoitolaitetta.

Haastattelujen perusteella tehoainetta kannattaa levittää Mensen terälle terän yläpuolelta ja mahdollisimman läheltä terää. Läheltä terää levitettäessä aine menee terälle mahdollisimman tarkasti. Tehoainetta on levitetty Mensessä myös terien välistä, mikä ei kuitenkaan ole niin varmatoiminen kuin yläpuolelta levitys. Levitys kannattaa tehdä manuaalisesti käsisyötöllä. Ai-

netta voidaan levittää myös automaattisesti. Käsisyötöllä pystyy annostelemaan tarkemmin ainetta. Käsisyötöllä ainetta levitettäessä täytyy kuitenkin olla koko ajan tarkkana, ettei unohda käsisyöttöä.

Uusilla kaasuputkilinjoilla voisi käyttää myös kitkentälaitetta, mikä repii vesakon juurineen ylös. Kitkentälaitetta käytettäessä ei tarvita tehoainetta ja vesominen on hidasta, koska vesat lähtevät juurineen. Kitkentälaite ei kuitenkaan sovi linjalle, jossa on raivattu vuosikymmeniä, ja jossa vesoilta on paksut ja laajat tyviruusukkeet. (Haastattelu Pasi Karhula 29.6.2015.)

Laskin koneellisen linjaraivauksen kustannustehokkuuden 15 vuodelle vertaamalla koneellista linjaraivausta ja käsin tehtävää raivaussahatyötä. Hinta-arviona käytin Gasumin maksamia hintoja raivaustyölle. Raivausvälinä oli koneellisessa linjaraivauksessa viisi ja raivaussahatyössä kolme vuotta. Koneellista linjaraivausta on tehty kevästä 2013 alkaen, joten viittä vuotta ei ole vielä kulunut ensimmäisestä raivauksesta. Tästä johtuen raivausvälin pituus laskelmissa oli arvio. Kaasuputkilinjoilla on tehty raivaamista raivaussahalla vuosikymmeniä kolmen vuoden välein.

Laskelman tuloksena sain selville, että koneellinen linjaraivaus glyfosaatilla on 15 vuoden ajalta 480 euroa eli 20 % halvempaa hehtaarilta kuin käsin raivaus. Siten 15 vuoden ajalta koneellinen linjaraivaus glyfosaatilla on joka vuosi joka hehtaarilta 32 euroa halvempaa kuin pelkkä raivaaminen raivaussahalla.

Yksi tärkeimmistä asioista tätä opinnäytettä tehtäessä oli tutkia, onko koneellinen linjaraivaus glyfosaatilla kustannustehokasta. Hinnat vaihtelevat lähes joka vuosi, mutta näillä hinnoilla koneellinen linjaraivaus on kustannustehokasta. Koneellinen linjaraivaus vaatii kuitenkin tehokkaan vesakon torjunta-aineen ollakseen kustannustehokas. On toivottavaa, että tehoaineen ansiosta tulisi ainakin kaksi vuotta lisää aikaa raivausväliin. Tällä hetkellä näyttää siltä, että glyfosaatin ansiosta raivausvälistä saadaan ainakin kaksi vuotta pitempi kuin ilman glyfosaattia. Koneellisen raivauksen viiden vuoden raivausväli on kuitenkin vielä arvio.

### 5.2 Sienitutkimuksen tulosten tarkastelu ja vertailu aiempiin tutkimuksiin

Syksyllä 2015 oli kulunut kaksi vuotta ja kolme kuukautta vesakon raivaamisesta, ja glyfosaatin ja purppuranahakan levittämisestä. Kiiltopajun kantoja oli tänä ajanjaksona kuollut 22,5 % purppuranahakkakäsittelyssä, joka on tehty paineruiskulla. Tämä tulos ei juuri poikkea kontrollista (tehty kessällä), jossa kuolleisuus oli 17,9 %. Raidalla purppuranahakkakäsittelyssä (tehty paineruiskulla) oli kuollut kantoja 41,3 %, kun taas kontrollissa kuolleisuus oli 30 %. Vuonna 2014 vastaavassa purppuranahakkakäsittelyssä kuolleisuus oli 19,6 %, joten vuodessa kuolleisuus nousi 21,7 %. Yhteenvetona voidaan päätellä, että raitojen kantojen kuolleisuus on purppuranahakkakäsittelyssä noussut vuodessa huomattavasti, vaikkakaan eroa kontrollikäsittelyyn ei saatu. Kiiltopajuilla sen sijaan selvää kuolleisuuden lisääntymistä ei havaittu.

Usewoodin UW40-raivauspäällä tehdyssä sienikäsittelyssä kiilto-  
pajujen kuolleisuus oli syksyllä 2015 19,5 %, kun taas kontrollialalla (tehty kesällä)  
kuolleisuus oli 17,9 %. Vuonna 2014 sienikäsittelyssä kuolleisuusprosentti  
oli 10,3 %, joten kuolleisuus oli lisääntynyt 9,2 %, mutta siltikään kuollei-  
suus ei ole kovin suurta. Raidalla purppuranahakka-aloilla (tehty Usewoo-  
din raivaimella) kuolleisuus oli vuonna 2015 34,0 %, ja kontrollialoilla 30,0  
%, joten kuolleisuusprosentteissa ei ole suurta eroa. Vuonna 2014 purppura-  
nahakkakäsittelyssä kuolleisuus oli 21,3 %, joten vuodessa eroa oli tullut  
12,7 %. Yhteenvedona voidaan todeta, että Usewoodin raivaimella tehdyillä  
sienikäsittelyaloilla kuolleisuus ei ole lisääntynyt vuodessa merkittävästi.

Usewoodin UW40-raivainpäällä tehdyssä glyfosaattikäsittelyssä kiilto-  
pajujen kuolleisuus oli syksyllä 2015 100 %. Vuonna 2014 glyfosaattikäsitte-  
lyssä kuolleisuusprosentti oli 97,5 %. Vuonna 2015 raidalla glyfosaattikäsi-  
telyillä aloilla kuolleita kantoja oli 95,1 % ja vuonna 2014 85,4 %. Yh-  
teenvedona voidaan todeta, että glyfosaattikäsitellyiltä aloilta kannot ovat  
kuolleet hyvin tehokkaasti jo vuonna 2014, kun taas purppuranahakkakäsi-  
telyissä vesakontorjuntatehokkuus jäi vaatimattomaksi. Tosin tämä seu-  
ranta ulottui vain noin kahden vuoden päähän, joten purppuranahakkakäsi-  
telyissä kantojen kuolemista voi tapahtua myös tulevina vuosina.

Kesällä ja syksyllä tehtyjen kontrollialojen välisessä vertailussa on selvää  
eroa kantojen kuolleisuudessa. Kesällä tehdyn kontrollialan kuolleisuus oli  
kiilto-  
pajulla 17,9 % vuonna 2014 ja syksyllä tehdyn kontrollialan kuollei-  
suus 0 %. Vuoden kuluttua tästä kesällä tehdyillä kontrollialoilla kantojen  
kuolleisuus oli 17,9 %, mutta syksyllä tehdyillä 2,6 %. Raidalla kesällä teh-  
tyjen kontrollialojen kantojen kuolleisuus oli 28,2 % vuonna 2014 ja syk-  
sillä tehdyillä kontrollialoilla 0 %. Raidalla kesällä tehtyjen kontrollialojen  
kantojen kuolleisuus oli 30,0 % vuonna 2015 ja syksyllä tehtyjen kontrol-  
lialojen kantojen kuolleisuus oli 12,2 %. Tuloksista voidaan päätellä, että  
syksyllä ei kannata raivata ilman tehoainetta.

Taulukoiden 16 ja 17 tulosten mukaan jo kolmen kuukauden jälkeen kiilto-  
pajun ja raidan vesat olivat noin metrin mittaisia. Syksyllä tehtyjen raivaus-  
alojen kantojen vesat olivat vuodessa kasvaneet kiilto-  
pajulla noin 123 cm  
ja raidalla noin 154 cm. Tuloksista voidaan päätellä, että syksyn kontrolli-  
käsittelyn kantovesat saavuttivat nopeasti kevään kontrollialojen kantojen  
vesapituuden, vaikka syksyn käsittely tehtiin yhtä kasvukautta myöhem-  
min. Tuloksista voidaan myös päätellä, että kontrollikäsitte-  
ly on tehotonta,  
koska merkintäpylväät peittyvät jo kahden vuoden jälkeen käsittelystä. Tä-  
män vuoksi kaasulinjoilla tarvitaan vesakontorjunta-aineita. (Taulukot 16 ja  
17.)

**Taulukko 16.** Kiiltopajun kantovesojen pituus kesän ja syksyn kontrollialoilla (pelkkä raivaus) vuosina 2013, 2014 ja 2015.

	2013 (cm)	2014 (cm)	2015 (cm)
Kesä	100	137	170
Syksy	-	123	169

**Taulukko 17.** Raidan kantovesojen pituus kesän ja syksyn kontrollialoilla (pelkkä raivaus) vuosina 2013, 2014 ja 2015.

	2013 (cm)	2014 (cm)	2015 (cm)
Kevät	99	131	178
Syksy	-	154	179

Aikaisempia tutkimuksia purppuranahakan tehokkuudesta vesakontorjunta-aineena on tehty koivulle, haavalle ja pihlajalle, joilla kantokuolleisuus on ollut 50–90 % riippuen puulajista. (Hamberg & Hantula 2013, 82.)

Tässä tutkimuksessa kaksi vuotta ja kolme kuukautta käsittelyn jälkeen kiiltopajujen kuolleisuus oli paineruiskulla sientä levitettäessä 22,5 %, ja UW40-raivaimella levitettäessä 19,5 %. Vastaavana ajankohtana raidan kuolleisuus oli paineruiskukäsittelyssä 41,3 % ja UW40-raivaimella levitettäessä 34,0 %. Loppupäätelmänä voidaan todeta, että tulokset eivät olleet pajulla yhtä hyviä, kuin ne ovat olleet aikaisemmissa tutkimuksissa muilla lehtipuilla.

### 5.3 Yhteenveto

Koneellinen linjarraivaus glyfosaatilla on kustannustehokasta ja sitä kannattaa jatkaa Gasumin kaasuputkilinjalla. Koneet ja raivauspäät kehittyvät koko ajan. Gasumin urakoitsijoiden on hyvä olla tässä kehityksessä ja kehittämässä mukana. Kaasuputkilinja on hyvä kohde pienille telakavinkoneille, pienmetsäkoneille ja raivauspäille sekä tehoaineen levityslaitteille.

Glyfosaatti on tällä hetkellä omaa luokkaansa tehoaineena. Glyfosaatin tulevaisuuden käytön hyväksyttävyydestä ei ole vielä kuin arvailuja. Joka tapauksessa purppuranahakkasieni vesakontorjunta-aineena on toivottavasti tulevaisuutta. Purppuranahakan tehoa täytyy vielä kuitenkin parantaa ja sen hinnan olisi oltava kustannustehokas.

Haluan kiittää kärsivällisestä ohjaamisesta ja opastamisesta Luonnonvarakeskuksen tutkija Leena Hambergia. Gasumilta kiitän Pasi Karhulaa opastamisesta aiheeseen. Gasumilta kiitän myös kaivuupalvoja Juha Niemeä, jolta sain tietoa vesakon raivauksesta kaasulinjalla. Kiitän myös Gasumin urakoitsijoita, joilta sain paljon tietoa koneista, joita käytetään linjarraivamiseen.

## LÄHTEET

Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S., (2013). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.0-4. <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>

Gasumin vuosi 2015. Viitattu. 10.3.2016

Hamberg, L. & Hantula, J. 2013. Sienellä eroon vesakoista. Sienilehti 65 (3), 82–84.

Hamberg, L. Vartiamäki, H. & Hantula, J. 2015. Breeding Increase the Efficacy of *Chondrostereum purpureum* in the sprout Control of Birch. Plos one 10(2).

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2011. Tutkimushaastattelu, teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus. 47.

Kasanen, R. 2009. Metsäpuiden sienitaudit. Metsäkustannus Oy. Ss. 174-175

Luke 2016. Viitattu 3.3.2016. <https://www.luke.fi/luke>

Nurro, M. Glyfosaatti hajoaa hitaasti. Artikkel. 30.10.2015 Luke. Viitattu 10.4.2016. <https://www.luke.fi/glyfosaatti-hajoaa-hitaasti/>

ProAgria. Kasvinsuojelukoulutukset Satakunnassa ja Varsinais-Suomessa. Viitattu 2.5.2016 <https://www.proagria.fi/tapahtumat/kasvinsuojelukoulutukset-satakunnassa-ja-varsinais-suomessa-2219>

R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Rikkinen, J. 2010. Puut ja pensaas Suomen luonnossa. Otava. 44, 54

Roundup Bio myyntipäällyksen teksti. 2004. Viitattu 26.3.2016. <https://kasvinsuojeluaineet.tukes.fi/Download/1722RoundupBio.pdf>

Salo, P., Niemelä, T., & Salo, U. 2006. Suomen sieniopas. WSOY. s. 388

Suomen Kaasuverkosto. 2014. Gasum. Viitattu 15.1.2016. <http://gasum.fi/siirtoportaali/Suomen-Kaasuverkosto/>

Tukes. Kasvinsuojeluaineiden kestävä käyttö. Viitattu 2.5.2016. <http://www.tukes.fi/kasvinsuojelu/story.html>

Tukes, Kasvinsuojelukoulutus- ja tutkinto, 30.3.2016. Viitattu 11.2.2016. <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kemikaalit-biosidit-ja-kasvinsuojeluaineet/Kasvinsuojeluaineet/Kasvinsuojelukoulutus-ja-tutkinto/>

Tukes, Lehdistötiedote. 8.3.2016. Glyfosaatin hyväksyminen EU:ssa erätauolle. Viitattu 10.4.2016. <http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Kasvinsuojeluaineet/Glyfosaatin-hyvaksyminen-EUssa-eratauolle/>

Tukes, Verkkotiedote. 13.11.2015. EFSA:n tieteellinen riskinarviointi glyfosaatista valmistunut. Viitattu 10.2.2016. <http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Kasvinsuojeluaineet/EFSA-n-tieteellinen-riskinarviointi-glyfosaatista-valmistunut/>

Tukes Verkkotiedote. 21.5.2015. Glyfosaatin käyttö kasvinsuojelussa puhuttaa. Viitattu 10.4.2016. <http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Kasvinsuojeluaineet/Glyfosaatin-kaytto-kasvinsuojelussa-puhuttaa/>

Tuomisto, J. 2001 Farmatologia ja toksikologia, 6. painos. Viitattu 5.5.2016 <https://asiakas.kotisivukone.com/files/medicina.kotisivukone.com/fato6painos/75.pdf>. 1091.

Valkonen, R. 2014. Vesakoiden torjunta purppuranahakalla ja glyfosaa-tilla. Hämeen ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Valtioneuvoston asetus maakaasun käsittelyn turvallisuudesta. 551/2009 6 luku 28§. Suomen säädöskokoelma. Viitattu 18.3.2016.

Vartiamäki, H 2009. The efficacy and potential risk of controlling sprouting in Finnish birches with the fungal decomposer *Chondrostereum purpureum*. Dissertations Forestales 93. Yliopistopaino, Helsinki. 3 & 25.

Väre, H. & Kiuru, H. 2013. Suomen puut ja pensaas. Metsäkustannus Oy. 114–116, 124- 128.

Haastattelut

Pasi Karhula Gasum 29.6.2015

Juha Niemi Gasum 9.3.2016



MUISTA MAAKAASULINJA!

Työskentely maakaasulinjalla tai sen välittömässä läheisyydessä voi tarkoittaa varsinaisten rakennusten rakentamisen lisäksi kulkuväylien, satoiien, vesi- ja viemärijohtojen, kaukoliämpöjohtojen, sähköjohtojen ja -kaapelin, viesti-johtojen ja -kaapelin ja muiden tilapäistenkin rakenteiden rakentamista, asentamista, huoltoa ja kunnossapitoa.

# Toimintaohje!

## Mitä laki sanoo

Maakaasulinjoilla ei saa harjoittaa toimintaa, joka saattaisi vähentää maakaasuputketoja. Maankäyttö-, louhinta- ja räjäytys- ja maakaasuputkiston välittömässä läheisyydessä ovat kiellettyä ilman putkiston käyttäjän lupaa Maakaasulinjalla työskentelevä on velvollinen ottamaan selville muut alueella olevat rakenteet. Tämän lisäksi on otettava huomioon sähkölinjat ja muut rakenteet.

## Maakaasuputken sijainti

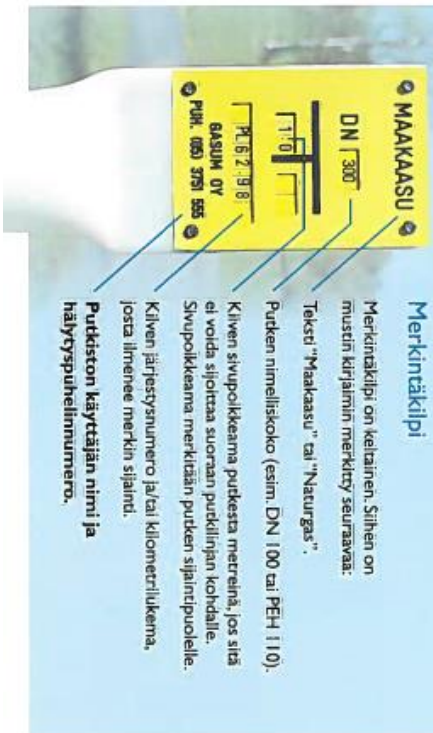
Maakaasuputket ovat noin metrin syvyydessä maan alla. Maastossa maakaasuputkistot on yleensä merkitty merkintäpöydällä. Kaava-alueella putkiston merkintä on voitu tiettyissä tapauksissa korvata myös kiintoposte- ja karttamerkinnällä.

Maakaasuputkiston käyttöä on velvollinen aina pyydettyä selvittämään putken tarkemman sijainnin maakaasulinjalla tai sen läheisyydessä työskentelevälle. Putkiston käyttäjän nimi ja puhelinnumero löytyvät maakaasuputkiston merkintäpöydästä. Alueella, jolla ei käytetä merkintäpöytä, on aina otettava yhteys putkiston käyttäjään tai kunnalliseen rakennusviranomaiseen maakaasuputkiston paikan selvittämiseksi.

## Merkintäkippi

Merkintäkippi on kehitetty silloin onnistunein kirjaimin merkity seuraavaa: Toketti "Maakaasu" tai "Naturgas".

Putken nimelliskoko (esim. DN 100 tai PEH 110).  
 Kiiven sivupoikkeama putkesta metreinä, jos sitä ei voida sijoittaa suoraan putkiliinan kohdalle.  
 Sivupoikkeama merkitään putken sijaintipuolelle.  
 Kiiven järjestysnumero ja/tai kilometrilukema, josta ilmenee merkin sijainti.  
 Putkiston käyttäjän nimi ja hälytyspuhelinnumero.



## Kaivu ja peittäminen

Jos kaivutyötä joudutaan tekemään lähempänä kuin viisi (5) metriä maakaasuputkistosta, työstä vastaavan on kaivuluvan saamiseksi otettava yhteys putkiston käyttäjään vähintään kaksi työpäivää ennen kaivutöiden aloitusta. Putkiston käyttöä näyttäen putken tarkemman sijainnin. Kaivu on suunniteltava etukäteen. Kaivutyössä ja erityisesti maakaasuputken esiin kaivussa on noudatettava erityistä varovaisuutta ja putkiston käyttäjän antama ohjeita. Roudanturpeen maan kaivutyössä maa on tarvittaessa ensin sulatettava. Kun maakaasuputki on kaivettu esiin, sitä ei saa peittää ilman putkiston käyttäjän lupaa.

## Räjättykset

Kun tehdään räjäytys- ja louhintatöitä alle 30 metrin etäisyydellä maakaasuputkistosta, työstä vastaavan on otettava yhteys putkiston käyttäjään työluvan saamiseksi. Räjättyksistä vastaavan on esitettävä putkiston käyttäjälle työsuunnitelma, josta on ilmeistä, miten estetään räjäytystyöstä aiheutuvien paineiden vaikutukset putkistoa vaurioittavasti ohkaroiden ja massojen siirtyminen tänne.

## Rakentaminen

Suunniteltaessa rakennusten rakentamista 20 metriä lähemmäksi maakaasuputkistoa on otettava yhteys putkiston käyttäjään.

## Sähköiset vaikutukset

Sijoitettaessa sähköä johtavia rakenteita kuten vesijohtoja, viemäriä, maakaapeliteitä, maadortusjohtoja, merkintäanokkoja tms. maakaasuputkiston läheisyyteen, suunnittelijan ja rakentajan on sähkölinjat mallitusten mukaisesti huolehdittava siitä, ettei maakaasuputkella ja uusilla rakenteilla ole keskenään haitallista sähköistä vaikutusta.

## Liikkuminen ja varastointi maakaasulinjoilla

Maakaasuputken yhtämistä raskailta koneilla on välitettävä. Perinteisessä maaperässä putken yhteyskohdat on vahvistettava putkiston käyttäjän hyväksymällä tavalla, jos on oletettavissa, että korkeat vajavaat. Putkivarain tms. varastointi maakaasulinjalla viittä metriä lähempänä putkea on kielletty ilman putkiston käyttäjän lupaa.

