

Biologisen torjunta-aineen käyttö vesakontorjunnassa

Jimmy Tommila

Opinnäytetyö
Toukokuu 2014
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Infrarakentaminen

TOMMILA JIMMY

Biologisen torjunta-aineen käyttö vesakontorjunnassa

Opinnäytetyö 61 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Toukokuu 2014

Tämä opinnäytetyö tehtiin Destia Oy:lle. Työssä kartoitettiin Destian työkannan vesakkokasvustoa tie- ja rata-alueella biologisen torjunta-aineen käyttöä varten.

Opinnäytetyön alussa kerrotaan yleisesti Suomen tie- ja ratamääristä sekä niiden viherhoidosta. Viherhoidosta käsitellään tarkemmin teiden ja ratojen viherhoitovelvoitteet vesakonraivauksen osalta.

Työssä on käsitelty myös biologisessa vesakontorjunnassa käytettävän purppuranahakalahottajasienen biologiaa ja siitä tehtyjä tutkimuksia. Purppuranahakan osalta oli tärkeää selvittää lahottajasienen toimintaperiaate, johon biologisen torjunta-aineen teho perustuu.

Työssä tehdyissä maastotutkimuksissa selvitettiin tie- ja rataympäristössä esiintyvän vesakkokasvuston kantoläpimittoja ja puulajeja. Maastotutkimusten perusteella tieympäristön vesakkokasvusto on pienempää kuin rataympäristössä, mutta sekä tie- että rataympäristössä vallitsevin puulaji on paju. Näiden tietojen avulla pystytään arvioimaan biologisen torjunta-aineen menekkiä ja tehoa. Tutkimusten perusteella biologinen torjunta-aine tulisi tehoamaan vesakkokasvillisuuteen paremmin rataympäristössä kuin tieympäristössä.

Asiasanat: vesakonraivaus, biologinen vesakonraivaus, purppuranahakka

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Construction Engineering
Option of Civil Engineering

TOMMILA JIMMY
Biological Pesticide Use in Coppice Clearance

Bachelor's thesis 61 pages, appendices 5 pages
May 2014

This thesis was done to Destia Oy and its purpose was to survey coppice vegetation in road and track environment around Destia's work environment for the use of biological pesticide.

At the beginning of the thesis is general information about the road and track amount in Finland and about their green care. In green care related coppice clearance was dealt with in more detail.

In the thesis was also gone through the biology and studies of the *chondrosterum purpureum* which is used in a biological coppice clearance. From the part of *chondrosterum purpureum* it was important to clarify the operating principle of the rot fungus on which the effect of the biological pesticide is based.

In the field investigations, that were done in the thesis, purpose was to clarify coppice vegetations' stump diameters and kinds of woods which appears in a road and track environment. The average stump diameter and the dominating wood in the road and track environment were found out from the research results. Based on these informations it is possible to estimate expenditure of biological pesticide and its effect to fight off coppice vegetation in road and track environment.

Key words: coppice clearance, biological coppice clearance, *chondrosterum purpureum*

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	SUOMEN TIE- JA RATAYMPÄRISTÖN VIHHERHOITO.....	8
2.1	Yleistä	8
2.2	Viherhoidon merkitys liikenteelle.....	11
2.3	Viherhoito tieympäristössä	11
2.3.1	Normaalit hoitoluokat	12
2.3.2	Taajamien hoitoluokat.....	13
2.3.3	Erytysalueiden viherhoitoluokat	14
2.3.4	Hoitoluokkaan vaikuttavat ympäristötekijät	14
2.4	Viherhoito rataympäristössä	14
2.4.1	Kasvillisuuden torjunta ja menetelmät.....	16
3	VESAKONRAIVAUS JA MENETELMÄT SUOMESSA.....	18
3.1	Yleistä	18
3.2	Raivaustavoitteet.....	18
3.3	Laatuvaatimukset	18
3.4	Raivausleveys	19
3.5	Raivauskierto	21
3.6	Raivausmenetelmät.....	22
4	BIOLOGINEN VESAKONRAIVAUS.....	26
4.1	Yleistä	26
4.2	Lahottajasienen biologia	26
4.2.1	Purppuranahakan ominaisuudet	27
4.3	Purppuranahakan vaikutus eri puulajeihin.....	28
4.4	Purppuranahakan käyttö vesakontorjunnassa	30
4.4.1	Toimintaperiaate	30
4.4.2	Levitysmenetelmät	31
4.5	Taloudellinen näkökulma.....	32
5	KENTTÄTUTKIMUS	35
5.1	Taustaa	35
5.2	Tavoitteet	35
5.3	Tutkimusalueet.....	36
5.4	Tutkimusmenetelmät.....	36
5.5	Tulokset.....	38
5.5.1	Tieosuus	38
5.5.2	Rataosuus	44
5.6	Yhteenvedo	48

6 JOHTOPÄÄTÖKSET	53
LIITTEET	57
Liite 1. Tutkimuskentät Kuopion, Siilinjärvi alueella	57
Liite 2. Tutkimuskentät Suonenjoen alueella	58
Liite 3. Tutkimuskentät Sastamalan alueella	59
Liite 4. Tutkimuskenttä	60
Liite 5. Tutkimuskenttälomake	61

1 JOHDANTO

Lehtipuiden vesominen ja nopea kasvu on ongelmana monissa kohteissa, kuten kuusen uudistusaloilla, voimajohtojen alla ja teiden ja ratojen varsilla. Teiden ja ratojen varsilla vesakko haittaa näkemiä ja liikennemerkkien havaittavuutta aiheuttaen näin vaaratilanteita liikenteessä. Eniten ongelmia aiheuttavat nopeakasvuiset puulajit, kuten koivu, haapa, leppä, pihlaja ja pajut.

Nykyään vesakkoa pyritään torjumaan pääasiallisesti mekaanisesti koneilla. Ongelmana kuitenkin on, että lehtipuut kasvattavat nopeasti uusia vesoja katkaistujen tilalle, jolloin raivaus joudutaan suorittamaan uudelleen muutaman vuoden välein. Mekaaninen vesakonraivaus ei siis poista vesakkoa kokonaan, vaan jopa villitsee sen kasvua, minkä vuoksi siihen käytetyt rahamäärät ja työpanos ovat vuosittain varsin merkittäviä.

1980-luvulla käytettiin vielä runsaasti kemiallisia vesakontorjunta-aineita, joiden avulla saatiinkin vähennettyä mekaanista raivausta huomattavasti. Niiden käytöstä on kuitenkin luovuttu lähes kokonaan haitallisten ympäristövaikutusten takia.

Biologisen vesakontorjunnan käyttömahdollisuuksia on tutkittu ulkomailla jo 1980-luvulta lähtien. Biologiseen vesakontorjuntaan on käytetty purppuranahakka (*Chondrostereum purpureum*) -nimistä lahottajasientä. Kantoon levitettyä sieni kasvaa puuainekseen kiinni, lahottaa puuta ja estää uusien vesojen synnyn. Purppuranahakkaa esiintyy Suomenkin luonnossa, minkä vuoksi sen käyttömahdollisuuksista biologisessa vesakontorjunnassa kiinnostuttiin 2000-luvun alussa myös Suomessa.

Vuonna 2003–2004 Verdera Oy:n teettämien selvitysten, kuten ”Purppuranahakan markkinapotentiaali Suomessa” ja alustavien koetoimintojen perusteella aihetta on alettu tutkia useiden tahojen rahoittamissa projekteissa. Rahoittajina ovat toimineet UPM Metsä, Fingrid Oy, Metsäteho, Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö, Liikennevirasto ja Destia. Monet aikaisemmat tutkimukset ovat keskittyneet purppuranahakan biologisiin ominaisuuksiin ja sen soveltuvuuteen torjua eri puulajeja, mutta selvitystä purppuranahakan käyttökohteiden kasvustosta ja arviota torjunta-ainemenekistä ei ole kuitenkaan toistaiseksi tehty.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää Destian työkanan tie- ja rataympäristössä esiintyvän vesakkokasvuston lajit, keskimääräinen kantoläpimitta ja puustomäärä tutkitussa ympäristössä. Tutkimukset suoritettiin ottamalla 100 metrin mittaisia tutkimuskenttiä eri teiden ja ratojen varsilta, joista jokaisesta tutkimuskentästä otettiin viisi 1 m² kokoista näytealaa eli otosta. Otosten sisälle jäävän vesakkokasvuston kantoläpimitta mitattiin ja puulaji tunnistettiin. Tulokset kirjattiin ylös tutkimuskenttälomakkeeseen ja niistä saatujen tietojen avulla saatiin selville vallitseva puulaji tie- ja rataympäristössä ja laskettiin arvio purppuranahakkatorjunta-ainemenekistä.

2 SUOMEN TIE- JA RATAYMPÄRISTÖN VIHHERHOITO

2.1 Yleistä

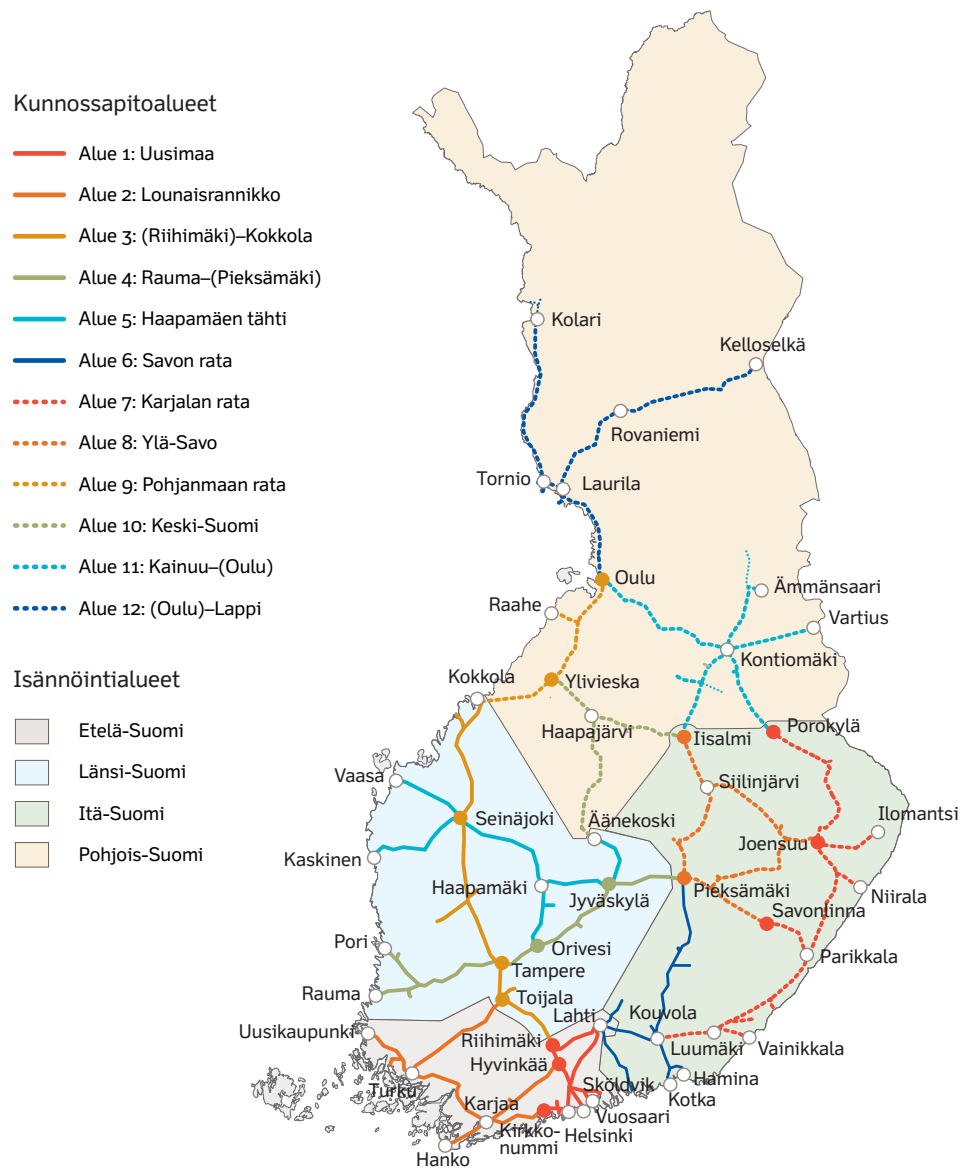
Suomen tiestö koostuu maanteistä, kaduista ja yksityisteistä, joita Suomessa on yhteensä noin 456 000 kilometriä. Valtion ylläpitämien maanteiden osuus koko tieverkosta on 78 000 km, kuntien ja kaupunkien katujen osuus 28 000 km ja 350 000 km on erilaisia yksityisteitä. (Tietieto 2012.)

Päärataverkon pituus Suomessa on 5 644 ratakilometriä, jonka lisäksi vähän käytettyjä sivuratoja on 275 ratakilometriä. Sähköistettyä rataa on 3 067 ratakilometriä, ja tasoristeyksiä on yli kolmetuhatta. (Väyläverkoston yhtenäinen luokittelu. 2012, 23.)

Ratapuolella Destia Oy hoitaa tällä hetkellä kuvan 1 mukaisia kunnossapitoalueita 4, 7, 8 ja 10, joissa ratapituus yhteensä on 1953 ratakilometriä ja tasoristeyksiä on arviolta n. 750 kpl. Maanteiden osalta Destia vastaa 50 alueurakasta, joiden osuus kaikista ELY:n kilpailuttamien maanteiden hoidon ja ylläpidon alueellisista palvelusopimuksista on 59 prosenttia (Kuva 2). (Huuskonen, O & Destia internet 2013.)

Maanteiden sekä rataverkon liikenneympäristön hoidolla tarkoitetaan laitteiden, rakenteiden ja viheralueiden hoitoa eli vihertöitä. Vihertyötä ovat mm. viheralueiden siistiminen levähdys-, asema-, ja pysäköintialueilla, sekä vesakonraivaus- ja niittotyöt. (Liikennevirasto internet 2013.)

Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet



© Liikennevirasto 2011

Kuva 1. Liikenneviraston radan kunnossapitoalueet (Liikennevirasto internet 2014)

Maanteiden hoidon alueurakat 1.10.2013 alkaen



DESTIA

Kuva 2. Destian maanteiden hoidon alueurakat 2013 (Destia internet 2014)

2.2 Viherhoidon merkitys liikenteelle

Tie- ja rataympäristön vihertöillä tuetaan liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta. Huolehtimalla riittävästä näkemistä ja sovittamalla liikenneväylä luontevasti ympäristöön luodaan liikenneväylälle luonnollinen ilme. Liikenneväylän viheralueiden hoito lisää alueen viihtyisyyttä ja tukee esimerkiksi tien optista ohjausta, sekä auttaa tunnistamaan liikenneväylän tilan. (Liikenneympäristön ja varusteiden ylläpito 2010, 12.)

Liikenneympäristön hallitussa kokonaisilmeessä korostuvat esteettiset arvot. Eri kuluvälineen käyttäjät tarkkailevat ympäristöä eri näkökulmasta, joten on tärkeää hoitaa huolella sekä luonto- että rakennettu ympäristö. (Liikenneympäristön ja varusteiden ylläpito 2010, 12.)

Viherhoidolla on vaikutusta myös liikenteen käyttäjän tunnetasoon. Hyvin hoidettu liikenneympäristö edistää tunnetasolla mukavuuden- ja turvallisuudentunnetta. Niiton ja vesakonraivauksen oikein ajoittaminen edistää niin ikään luonnon monimuotoisuuden säilymistä. Kasvustolla ja sen oikeanlaisella hoitamisella voidaan lisäksi ehkäistä liikenteestä aiheutuvia haittavaikutuksia. (Liikenneympäristön ja varusteiden ylläpito 2010, 12.)

Oikeanlaiseen kasvuston hoitamiseen pyritään pääsemään jakamalla radat ja tiestö eri hoitoluokkiin. Hoitoluokan valintaan vaikuttaa väylän rakenteellinen ja ympäristöllinen asema liikenneverkossa.

2.3 Viherhoito tieympäristössä

Teiden kasvillisuuden hoito jaetaan kahteen eri osa-alueeseen; niittoon ja vesakonraivaukseen, joiden hoitotyöt perustuvat hoitoluokitukseen. Niittotyöt käsittävät teiden luisissa ja välিকাistoilla olevat viheralueet ja niiden hoidon. Niitto suoritetaan joka vuosi vähintään kerran, riippuen tien hoitoluokituksesta ja se ulotetaan ojan pohjaan tai hoitoluokan osoittamalle etäisyydelle päällysteen reunasta. Mikäli tiealueen rajan tai niittoalueen ja puuston väliin jää käsiteltävää aluetta, hoidetaan se vesakonraivauksella. (Viherhoito tieympäristössä 2000.)

Hoitoluokan perusteella määritetään hoidettavan alueen laajuus ja hoitotarkkuus. Koska tämä työ käsittelee biologista vesakonraivausta, ei teiden niittoa ole tarpeellista käydä laajemmin läpi. Vesakonraivaukseen liittyvät viherhoitomenetelmät ja -vaatimukset käsitellään tarkemmin kappaleessa 3, mutta jotta saataisiin käsitys mihin tieympäristön viherhoito perustuu, on esiteltävä hoitoluokat.

Tieympäristön viheralueet on jaettu kolmeen päähoitoluokkaan N, T ja E, joista N tarkoittaa normaaleja hoitoluokkia, T taajamien hoitoluokkia ja E erityisalueiden hoitoluokkia (taulukko 1). Y eli ympäristötekijät voi esiintyä missä tahansa hoitoluokassa. (Viherhoito tieympäristössä 2000, 18.)

Taulukko 1. Hoitoluokitus (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 18).

N	Normaalit hoitoluokat
N1 N2 N3	
T	Taajamien hoitoluokat
T1 puistomainen T2 Luonnonmukainen	
E	Erityisalueiden hoitoluokat
E1 Puistomainen E2 Luonnonmukainen	
Y	Ympäristötekijät

2.3.1 Normaalit hoitoluokat

Normaaliin hoitoluokkaan N1 kuuluu 2-ajorataisten teiden maaseutuosuuksien viheralueet. Teillä on korkea tietekniikka ja ne toimivat tieverkostossa yhdistävinä väylinä suurten asutuskeskusten välillä tai niiden sisääntuloteinä. Hoitoluokkaan kuuluvien teiden rakenteeseen kuuluu leveä kaiteeton tai kapea kaiteellinen keskikaista. Liikennenopeus teillä on 100-120km/h. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 21.)

N1-luokan viheralueet ovat yleensä laajoja ja siistejä nurmialueita tai yhtenäisiä kasviryhmiä. Viherhoitotoimenpiteet ovat niitto ja tarkempi kasviryhmien hoito. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 21.)

N2 hoitoluokkaan kuuluvat valta- ja kantatiet sekä vilkkaat seututiet. Tiet ovat kesto- ja kevytpäällysteisiä reunamerkinnöin varustettuja, ja taajamien läheisyydessä tiehen liittyy yleensä kevyen liikenteen väylä. Nopeudet hoitoluokan teillä on 80-100km/h. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 21.)

Viherhoitotoimenpiteet luokassa N2 ovat niitto, vesakonraivaus ja metsähoidolliset toimenpiteet. Jos tiejaksolla esiintyy vaativampia hoitokohteita, kuten istutettuja tai hoidettavia pensasryhmiä, alueelle voidaan myös luokitella E hoitoluokan alueita. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 21.)

Alempiluokkaiset väylät kuuluvat hoitoluokkaan N3. Väyliin kuuluvat yhdystiet sekä yleensä sora- tai kevytpäällysteiset ja kapeapoikkileikkauksiset tiet. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 21.)

Hoitoluokan viherhoitotoimenpiteet ovat vesakonraivaus ja metsänhoidolliset työt. Hoitoalueelle voidaan myös luokitella E-hoitoluokan alueita, mikäli tiejaksolla esiintyy vaativimpia hoitokohteita. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 21.)

2.3.2 Taajamien hoitoluokat

Taajamien hoitoluokkia ovat T1 puistomainen ja T2 luonnonmukainen hoitoluokka. Samalla tiellä voi esiintyä molempia hoitoluokkia ja ne voivat myös sisältää erityisalueiden hoitoluokkaosuuksia E ja hoitoon vaikuttavia ympäristötekijöitä Y. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 23.)

T1 hoitoluokkaan sijoittuvat taajamien korkeatasoiset keskusta-alueet. Alueella hoidon tavoitteena on korkeatasoisen yleisilmeen ylläpitäminen. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 23.)

T2-hoitoluokkaan kuuluvat taajamien reuna-alueet ja vaatimattomammat keskusalueet. Luokan hoitotavoitteena on omaleimaisuuden pitäminen ja siisti ympäristö. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 23.)

2.3.3 Erityisalueiden viherhoitoluokat

Hoitoluokkiin E1 ja E2 kuuluvat alueet, jotka eivät kuulu normaaliin tie- tai taajama-verkostoon, esimerkiksi liittymä-, ranta-, ja pysäköimis-, ja levähdysalueet tai meluste ja siltaympäristöt. Erityisalueet vaativat yleensä hoitoa, joka poikkeaa tavanomaisesta tieympäristön hoidosta ja niitä voi esiintyä N- ja T- hoitoluokissa. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 25.)

2.3.4 Hoitoluokkaan vaikuttavat ympäristötekijät

Ympäristötekijät voivat vaikuttaa poikkeavasti alueen hoitoluokan tehtäviin. Ympäristötekijät ovat toisistaan poikkeavia ja hoidon tavoitteisiin voi vaikuttaa paikan luonteen liittyvät arvot tai ympäristölait. Alueet joissa on ympäristöön vaikuttavia tekijöitä hoidetaan erillissuunnitelman mukaisesti. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi matkailu, luonnonsuojelu, pohjavesialueet tai ympäristötaide. (Viherhoito tieympäristössä, 2000, 28.)

2.4 Viherhoito rataympäristössä

Rataympäristössä kasvillisuus vaikuttaa liikenneturvallisuuteen monella tavalla. Kasvien osat ja lehdet, jotka tippuvat kiskoille ja murskaantuvat kiskon ja pyörän välissä muodostavat kiskonpintaan liukkaan kalvon. Kalvo pidentää jarrutusmatkaa ja paksuimmillaan voi aiheuttaa turvalaitehäiriöitä. Radan vieressä kasvavat puut voivat kaata kiskojen tai sähköistetyllä raiteella ojaohdon päälle, jolloin seuraukset voivat olla vakavat. Kasvillisuus voi myös pienentää merkkien ja opastimien näkyvyyttä ja aiheuttaa haittaa näkemäalueilla. (Radan kunnossapito. 2002, 49- 53.)

Rataympäristössä maisemaa pyritään hoitamaan rataympäristöjaksoittain määrätyn palveluluokituksessa annettujen määräysten mukaisesti. Palvelutasoluokituksen (luokat I-III) mukaan määräytyvät hoitotoimenpiteiden ajoitus, noudatettavat etäisyydet, raja-arvot ja toimenpiteiden aloittamisen ajankohdat. Erikseen määrättyjen viheralueiden, kuten rautatieasemien hoidossa noudatetaan erillistä ohjetta. (RATO 20, 39- 44.)

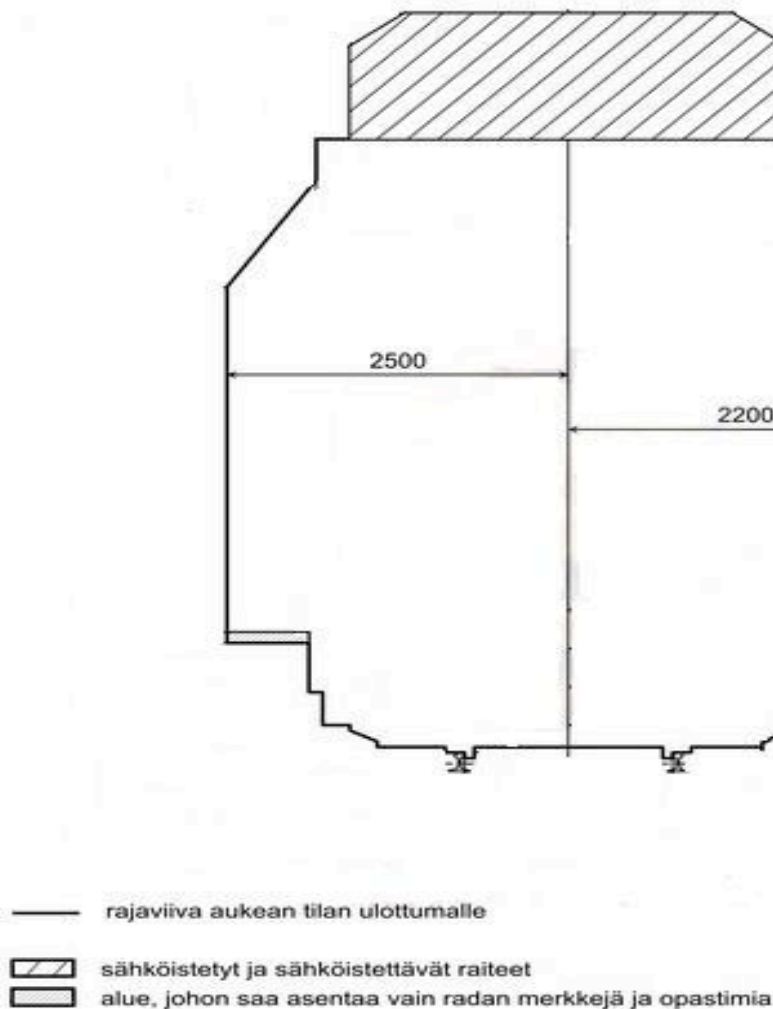
Yleisiä kasvillisuuden torjunnan vaatimuksia ovat:

- Kasvillisuus ei saa haitata kunnossapitoa tai rakenteiden tarkastusta
- Kasvillisuus ei saa estää kuivatusjärjestelmien toimintaa
- Aukean tilan ulottuman sisäpuolella ei saa olla merkittävästi kasvillisuutta (Kuva 3)
- Merkkien ja opastimien näkyvyys ei saa heikentyä kasvillisuuden takia
- Radan kävelykulkureiteille ei saa ulottua kasvillisuutta, joka haittaa työntekijöiden liikkumista
- Kasvillisuus ei saa haitata pylväsmaadoituksen kunnan toteamista
- Kasvillisuuden etäisyys sähköradan jännitteellisistä osista sekä paluujohtimista oltava vähintään 2 metriä
- Jätkänpolku ja radan tukikerros on pyrittävä pitämään puhtaana kasvillisuudesta

(Radan kunnossapito. 2002, 49- 53.)

PÄÄRAITEELLA

SIVURAIOTEELLA



Kuva 3. Aukean tilan ulottuman päämitat. (Liikennevirasto internet 2014)

2.4.1 Kasvillisuuden torjunta ja menetelmät

Rataympäristön kasvillisuuden torjuntaan kuuluvat vesakon ja erilaisen kasvuston estäminen radalla ja rakenteissa, sekä puiden kaataminen radan läheisyydessä. Rataympäristöstä poistetaan kaikki puut, jotka voivat kaatuessaan aiheuttaa haittaa radalle 30 metrin etäisyydeltä radan keskilinjasta. Sähköistetyn radan osalta kasvillisuus on poistettava 2 metrin etäisyydeltä sähköradan jännitteellisistä osista sekä paluujohtimista. (RATO 20, 39-44.)

Ratapuolella kasvillisuutta torjutaan mekaanisesti ja kemiallisesti. Torjuntamenetelmät eroavat huomattavasti tien kasvillisuuden torjunnasta radan rakenteellisten eroavaisuuksien takia. Vesakonraivaus suoritetaan rata-alueelle suunnitellulla kalustolla, ja radan tukikerroksesta kasvit poistuvat sepelinpuhdistuksen yhteydessä, mutta raiteessa olevat puuntaimet on poistettava mekaanisesti juurineen. Rata-alueen vesakonraivaus käydään paremmin läpi kappaleessa 3. (Radan kunnossapito. 2002, 49- 53.)

Radan tukikerroksessa olevat kasvit heikentävät raiteen aseman pysyvyyttä, raiteen elastisuutta ja tukikerroksen vedenläpäisykykyä. Veden lisääntyminen rakenteissa kasvattaa routivuutta, ja sitä kautta aiheuttaa geometrian kunnossapitotarpeen lisääntymisen. Liika kasvillisuus vaikeuttaa radan kunnossapitotarkastuksia ja on siksi turvallisuusriski rataympäristössä. Tukikerroksen kasvillisuus poistuu sepelinpuhdistuksen yhteydessä, mutta niiden poistoon voidaan käyttää myös kemiallisia menetelmiä. (Radan kunnossapito. 2002, 49- 53.)

Kemiallisella torjunnalla tarkoitetaan torjunta-aineiden levitystä erillisellä kalustolla. Kemiallisia torjunta-aineita käytettäessä on huomioitava siitä annettu lainsäädäntö. Torjunnassa saa käyttää vain siihen käyttötarkoitukseen tarkoitettuja aineita ja käytetyistä torjunta-aineista kunnossapitäjän on säilytettävä seuraavat tiedot kymmenenvuoden ajan:

- Urakoitsijan tiedot
- Tuoteturvallisuustiedot
- Levityskalusto
- Torjunta-aineen väkevyys
- Käytetty ainemäärä
- Missä ja milloin käytetty

(Radan kunnossapito. 2002, 49- 53.)

3 VESAKONRAIVAUS JA MENETELMÄT SUOMESSA

3.1 Yleistä

Vesakko muodostuu pensaskasvillisuudesta ja lehti- ja havupuiden taimista, jotka tie- ja rata-alueella haittaavat näkemiä ja liikennemerkkien havaittavuutta, sekä aiheuttavat ojien tukkeutumista ja lumen kinostumista. Vesakonraivaaminen on tärkein tehtävä, varsinkin hoitoluokissa, missä liikenneturvallisuus ja teknistenlaitteiden havaittavuus ovat pääkriteerejä. (Viherhoito tieympäristössä. 2000, 58.)

Vesakonraivaustiheys ja laajuus riippuu liikenneväylän hoitoluokituksesta. Vesakonraivaus on suoritettava säännöllisin väliajoin, ettei kasvillisuus pääse kasvamaan liian vahvaksi tavalliselle vesakonraivauskalustolle. Raivaus on hyvä suorittaa alkukesästä, kun uudet lehdet ovat kasvaneet täysikokoisiksi. Tällöin kaikki kasvin juuriin kerääntynyt ravinto on kulutettu kasvamiseen, joten katkaistun kasvin uusien vesojen syntyminen on hidasta. (Tien kunnossapito. 1976, 231.)

3.2 Raivaustavoitteet

Rata- ja tieympäristössä vesakonraivauksen tavoitteita ovat mm. näkemien ylläpito, erilaisten merkkien havaittavuuden säilyttäminen ja eläinonnettomuuksien ehkäiseminen. Raivauksella pyritään pitämään liikenneväylien yleisilme siistinä huomioimalla myös maisemalliset näkökohdat. Vesakonraivauksella varmistetaan rakenteiden kuivaus ja veden virtaaminen avo-ojissa. (Viherhoito tieympäristössä 2000 & RATO 20.)

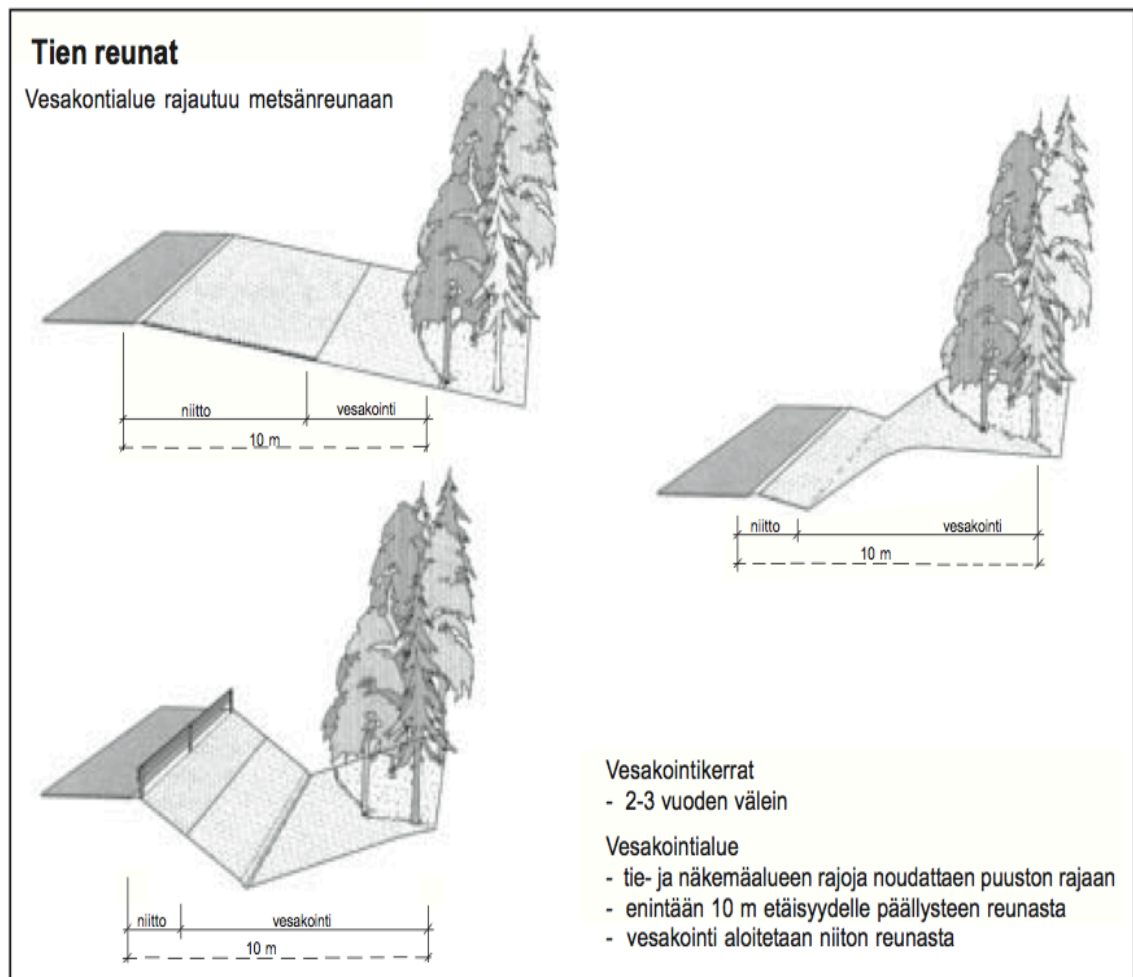
3.3 Laatuvaatimukset

Vesakonraivauksen jälkeen vesakon korkeus saa olla enintään 15 cm maan pinnasta ja leikkausjäljen on oltava siisti. Raivauksesta tulevan raivausjätteen on oltava silppuuntunut ja yli yhden metrin mittaista jätettä ei saa esiintyä raivausalueella. Raivausalueella kaadetut puut, jotka eivät silppuunnu, on poistettava alueelta hoitokauden aikana. Puita kaadettaessa kannon maksimikorkeus saa olla 5 cm. Raivausalueen ulkopuolella olevan

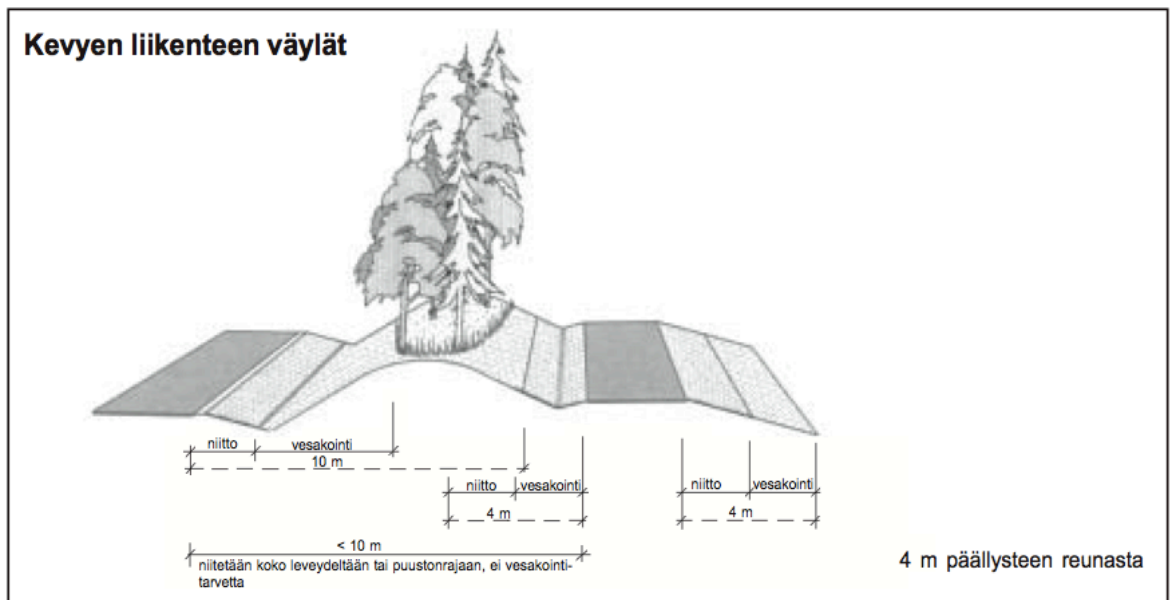
puuston on oltava vaurioitumatonta. (Liikennevirasto. Hoidon ja ylläpidon tuotekortit 30.1.2012.)

3.4 Raivausleveys

Tiestön hoitoluokissa N1 ja N2 vesakonraivaus tehdään valta- ja kantateillä puustorajaan tai 12 m etäisyydelle päällysteen reunasta ja muilla teillä 10 m etäisyydelle (Kuva 3). Tien toiminnallinen luokka ja alueelliset vaatimukset vaikuttavat vesakonraivausleveyteen. Tien tarvittava raivausleveys löytyy yleensä vuosityöohjelmasta. Kevyen liikenteen väylillä raivattava alue ylettyy puustorajaan asti tai enintään 4 metrin päähän päällysteen reunasta. (Kuva 4). (Viherhoito tieympäristössä 2000.)

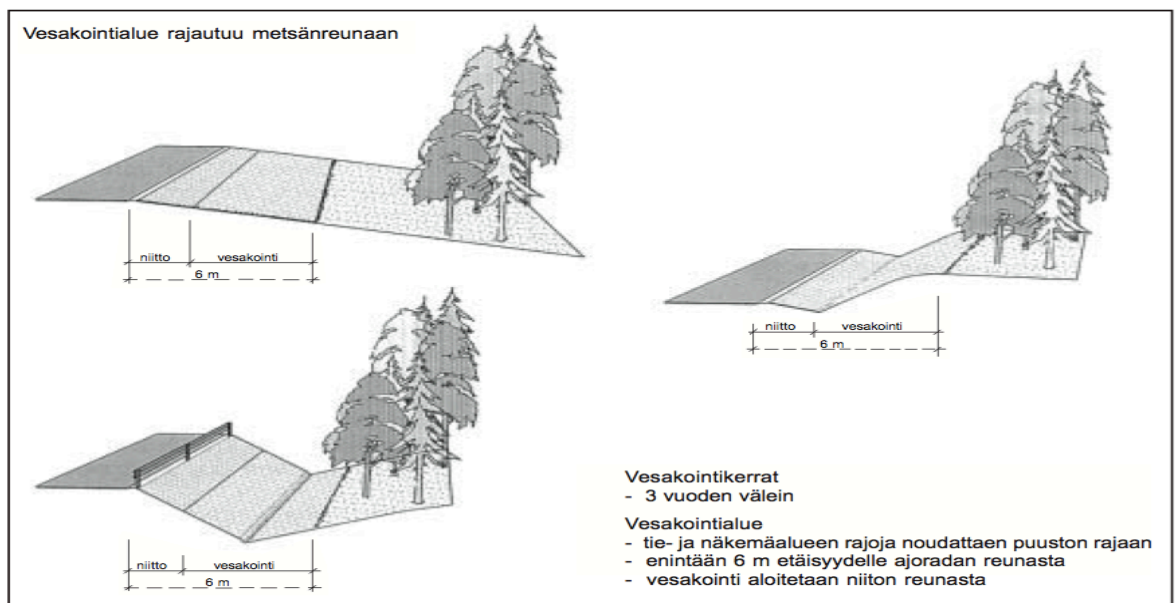


Kuva 3. N1 ja N2 vesakonraivausalue. (Viherhoito tieympäristössä 2000)



Kuva 4. N1 Ja N2 kevyenliikenteen väylien vesakonraivaus (Viherhoito tieympäristössä 2000)

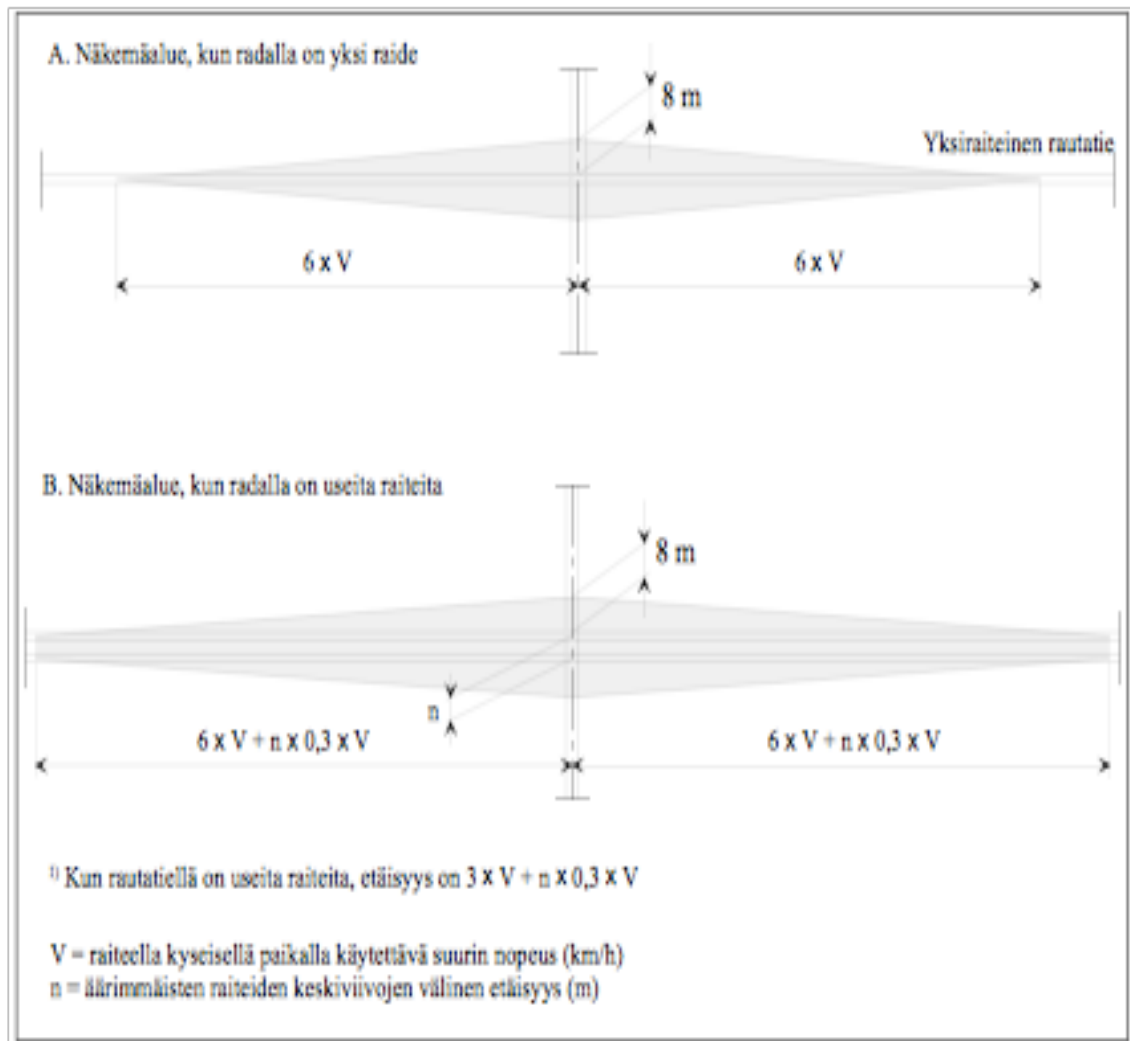
N3-hoitoluokassa vesakko raivataan ojanpohjista ja ojaluisista puustorajaan asti tai enintään 6 metrin etäisyydelle päällysteen reunasta (Kuva 5).



Kuva 5. N3 Vesakonraivausalue (Viherhoito tieympäristössä 2000)

Rataympäristössä kaikkiin palvelutasoluokkiin I-III kuuluu vesakonraivaus radan sivuojan takaluiskaan asti tai vähintään raiteen keskilinjasta 12 metriä radan molemmille puolille. (Kunnossapidon laatutavoitteet 2009.)

Tasoristeyksissä raivattava alue määräytyy rataosan nopeustason mukaan (Kuva 6). Raivattava alue tasoristeyksen yhteydessä on tyypillisesti noin 600 metriä pitkä ja alue raivataan molemmin puolin 6-8 metrin etäisyydelle. (Huuskonen, O. 2013.)



Kuva 6. Tasoristeyksien näkemäalueet (Ramo osa 9, s 8)

Esimerkiksi yksiraiteisella rautatiellä, jos nopeusrajoitus kyseisellä ratavälillä on 80 km/h, on raivattava alue tällöin $6 \times 80 = 480$ m.

3.5 Raivauskierto

Tieympäristössä raivauskierto hoitoluokilla N1 ja N2 on 2-3 vuotta vuosityöohjelman mukaisesti ja N3-luokassa 3 vuotta. T1 ja T2 sekä E1 ja E2 -hoitoluokissa vesakoituminen estetään niitolla, joten raivaustarvetta ei näillä hoitoluokan teillä yleensä ole (Taulukko 3.). (Viherhoito tieympäristössä. 2000, 59.)

Rataympäristössä vesakkojen raivaus tapahtuu 2-3 kertaa sopimuskaudessa riippuen palvelutasoluokasta. Tasoristeyksien näkemäalueet raivataan käytännössä kerran vuodessa. (Huuskonen, O. 2013.)

3.6 Raivausmenetelmät

Nykypäivänä Suomessa lähes kaikki vesakonraivaus tehdään mekaanisesti. Ennen 1980-lukua teillä vesakonraivauksen yhteydessä käytettiin myös kemiallisia torjunta-aineita, jotka estivät vesakon uudelleen kasvamisen ja tappoivat kasvin kokonaan. Kemialliset torjunta-aineet kiellettiin vesakonraivauksessa EU:n alueella vuonna 2007, mutta käytännössä niiden käyttö suurelta osin lopetettiin jo 80-luvulla suuren vastustuksen takia. (Leislahti, A. 2004, 4.)

Rataympäristössä käytetään vielä kemikaaleja kasvillisuuden torjunnassa, mutta niiden käyttöä on rajoitettu voimakkaasti. Esimerkiksi pohjavesialueilla kemikaalien käyttö on kokonaan kielletty, ja ennen kemikaalin käyttöä ajantasainen tieto torjunta-aineiden käyttörajoituksista on tarkistettava Turvallisuus- ja kemikaaliviraston kasvinsuojeluinerekisteristä. Ohjeena kuitenkin on, että vesakoituminen estettäisiin ensisijaisesti mekaanisesti. (RATO 20.)

Mekaaninen vesakonraivaus suoritetaan raivaussahalla tai raivauskoneella. Raivauslaitteisto voidaan kytkeä ainakin pyörökuormaajaan, traktoriin (Kuva 7), tiehöylään (Kuva 8) ja kaivinkoneeseen. Ratapuolella vesakonraivaus on suoritettu pääsääntöisesti rata-pyöräkaivinkoneella. (Kuva 9.).



Kuva 7. John Deere 7530 Premium peruskoneeseen asennettu Oy Conveston AB:n puomi ja murskain. (Konepörssi internet)



Kuva 8. Vesakkohöylä (Kaskenoja internet)



Kuva 9. Kaivinkone kiskopyörillä. (TT-konepalvelu internet)

Mekaaninen raivaus on menetelmänä erittäin tehokas ja vielä tällä hetkellä ainoa järkevä vaihtoehto, kun raivataan suuria alueita, mutta se ei estä vesakon uudelleen kasvamista vaan pikemminkin kiihdyttää sitä. Vaikka raivaus suoritetaankin suositeltuna ajankohtana, jolloin kasvu saadaan hidastumaan se ei estä vesakon kasvualan leviämistä. (Leislahti, A. 2004, 3 ; Tien kunnossapito. 1976, 230.)

Tämän takia on alettu etsimään vaihtoehtoista vesakon torjunta-ainetta, joka pystyy hillitsemään vesakon voimakasta kasvua, mutta ei aiheuta haittaa ympäristölle. Jo 1980-luvulta lähtien on tutkittu mm. Hollannissa ja Kanadassa biologisen torjunta-aineen käyttömahdollisuuksia vesakontorjunnassa ja 2000-luvun alusta lähtien sitä on tutkittu myös Suomessakin.

Vuonna 2003-2004 Verdera Oy:n teettämien selvitysten, kuten ”purppuranahakan markkinapotentiaali Suomessa” ja alustavien koetoimintojen perusteella aiheutta on alettu tutkia useiden tahojen rahoittamissa projekteissa. Rahoittajina ovat toimineet UPM Metsä, Fingrid Oy, Metsäteho, Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiö, Liikennevirasto ja Destia. (Verdera projektisuunnitelma: Biologinen vesakontorjunta.)

Torjunta-aineen tutkimustulokset ovat olleet myönteisiä, joten tutkimuksia on jatkettu ja on alettu jo suunnittelemaan biologisen torjunta-aineen levityslaitteistoa mekaanisen vesakonraivauksen yhteyteen. Yhdistämällä torjunta- aineen levitys ja mekaaninen vesakonraivaus saataisiin poistettua kokonaan erillinen levityksen tekevä työkone ja näin kyseisestä menetelmästä hyödyttäisiin myös taloudellisesti.

4 BIOLOGINEN VESAKONRAIVAUS

4.1 Yleistä

Biologinen vesakonraivaus tarkoittaa lehtipuiden luontaisen taudinaiheuttajan (purppuranahakan) hyödyntämistä vesakontorjunnassa. Mekaanisen vesakonraivauksen yhteydessä käytettävän biologisen torjunta- aineen tarkoituksena on vähentää mekaanisesti katkaistun puun vesakoitumista, ja lopulta hävittää puu kokonaan.

Varsinainen vesakontorjunta suoritetaan ruiskuttamalla vastakatkaistuille kannoille sienirihman pätkiä sisältävää nesteliuosta. Sieni tarttuu tuoreeseen kantopintaan ja lahottaa puun käyttämällä puuainesta ravintonaan (Sienilehti. 2013, 82). Biologisessa vesakontorjunnassa torjunta-aineena on käytetty purppuranahakka (*Chondrostereum purpureum*) -nimistä lahottajasientä. (Verdera projektisuunnitelma: Biologinen vesakontorjunta.)

4.2 Lahottajasienen biologia

Lahoamisen eli puuaineksen hajoamisen saavat aikaan toisenvaraiset organismit, kuten sienet ja bakteerit. Ne saavat ravintonsa hajottamalla eläviä tai kuolleita kasveja. Usein puuta lahottavia sieniä kutsutaan kääviksi. Muita puuta lahottavia sienilajeja ovat vinokkaat, tietyt nahakat ja orakkaat. (Sienet ja laho. 2012, 5.)

Sieniyksilö muodostuu rihmastosta ja itiöemästä. Rihmasto on paljain silmin näkymätöntä seittimäistä rakennetta, joka levittäytyy kasvualustaan, josta kasvaa tietyn ajan kuluttua itiöemiä. Lahottajasienten rihmastot ovat monivuotisia, joten ne jatkavat kasvuaan puussa usean vuoden ajan. (Sienet ja laho. 2012, 5-6.)

4.2.1 Purppuranahakan ominaisuudet

Purppuranahakkaa esiintyy luonnostaan Suomen metsissä, ja sitä voi helposti löytää lehtipuiden kannoista tai raivatusta lehtipuuvesakoista. Purppuranahakan sieniyksilö koostu yleensä kääpämäisestä itiöemästä ja sienirihmastosta, mutta sieni voi elää myös pelkästään rihmastona ilman, että se välttämättä tuottaa näkyvän itiöemän. Itiöemän alapinta on nimensä mukaisesti purppuranvärinen ja yläpinta on ruskehtava, vanhemmilla yksilöillä vaaleanharmaa ja karvainen. (Sienilehti. 2013, 82-84.) Purppuranahakka kuuluu kantasienien ryhmään, joille ominaista on itiöiden muodostuminen itiöemistä. Sienilajia esiintyy luontaisesti Keski-Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Pohjoismaissa. (Taimiuutiset. 2011, 17-19.)

Purppuranahakka tunkeutuu paljaaseen puunpintaan, kuten vastakatkaistuun puun kantoon tai puun rungossa olevaan haavaan (Kuva 10). Iskeytyessään puuainekseen sienirihmastot leviävät jopa 10 millimetriä päivässä ja erittävät entsyymejä, jotka hajottavat puuta ja aiheuttavat puulle elintärkeiden vesiputkien tukkeutumisen. Purppuranahakka elää yli neljä vuotta, jonka aikana sen vaikutus puuhun näkyy puun surkastumisena ja itiöemien kasvamisena puun pintaan. (Leislahti, A. 2014, 5.)



Kuva 10. Purppuranahakasienen itiöemiä (Valokuva Leena Hamberg)

Purppuranahakka aiheuttaa hopeakiiltotautia hedelmäpuissa ja pensaissa, kuten omena-, päärynä-, kirsikka- ja persikkapuissa sekä karviaismarja-, vadelma- ja viinimarjapensaissa. (Butler, E & Jones, S. 1949.)

Hopeakiiltotauti (Kuva 11) leviää itiöiden välityksellä ja tunkeutuu puuhun sen rungossa olevasta haavasta tai kannon kautta. Tauti aiheuttaa puun lehtien harmaantumisen ja myöhemmin lehdet voivat muuttua ruskeiksi ja karista pois. Taudinaiheuttaja voi muuttaa puun rungon ja oksat ruskeaksi ja lopulta tappaa koko puun. Kuolleisiin oksiin kertyy tiheinä ryhminä purppuranahakan sieni-itiöemiä. (Satunnaiset kasvitaudit. 2014 ; Butler, E & Jones, S. 1949. ; Leislahti, A. 2014, 6.)

Tutkimusten mukaan turvallinen etäisyys sienen ja hedelmäpuun välillä on 0,5 kilometriä, mutta leviäminen voi tapahtua tuulen mukana kauemmaksikin. Muille kasveille, ihmisille, eläimille tai maaperälle purppuranahakasta ei ole aiheutunut haittaa. (Leislahti, A. 2014, 6.)



Kuva 11. Harmaakiiltotauti luumupuun lehdessä. (Royal Horticultural Society Internet)

4.3 Purppuranahakan vaikutus eri puulajeihin

Maailmalla purppuranahakan tehoa vesakonraivauksessa on tutkittu jo 1980-luvulta lähtien, mutta Suomessa sen mahdollisuuksista kiinnostuttiin vasta 2000-luvun alkupuol-

lella. Tässä työssä ei käydä läpi ulkomailla tehtyjä tutkimuksia purppuranahakan tehosta, koska niiden tulokset eivät todennäköisesti päde Suomen oloissa.

Ulkomailla valmistetun vesakontorjuntavalmisteen levittäminen Suomen metsiin olisi vaarallista, koska purppuranahakka on patogeenisieni. Mantereelta toiselle siirrettyjen patogeenisienien toimintaa ei voi ennustaa ja usein ne ovat osoittautuneet vaarallisiksi uudessa elinympäristössä. Esimerkkinä Pohjois-Amerikasta tuotu juurikäpö on osoittanut Italiassa paljon aggressiivisemmaksi, kuin sen eurooppalainen lajikumppani. (Verdera projektisuunnitelma: Biologinen vesakontorjunta.)

Suomessa tehtyjen tutkimusten tavoitteena on ollut löytää riittävän tehokas purppuranahakkayksilö, jota pystyttäisiin käyttämään suomalaisessa vesakontorjuntavalmistuksessa. Torjuntatehoon vaikuttaa käsiteltävä puulaji, puun kantoläpimitta ja käsittelyajankohta. (Taimiuutiset. 2011, 17-19.)

Ensimmäiset maastokokeet tehtiin koivuilla, joiden kantoläpimitta oli 3-4 cm. Tutkimuksessa löydettiin kolme tehokasta sienikantaa, joiden vesakoitumisen torjuntateho oli suuri. 80-90 % käsitellyistä kannoista ei enää vesonut vuoden kuluttua käsittelystä. Toisin käsittelemättömistä kontrollistaimistakin kuoli noin 50 %. Myöhemmissä tutkimuksissa havaittiin, että pienempiläpimittaisissa kesiarvolta 2,3 cm:ssä koivunkannoissa oli pienempi kuolleisuus noin 50-60 %, mutta kontrollikantojenkin kuolleisuus oli vähäisempi noin 5- 10 %. Kokeiden perusteella todettiin purppuranahakan hyvä torjuntateho, ja kannon koon ja muiden tekijöiden vaikutus vesojen kuolleisuuteen. (Taimiuutiset. 2011, 17-19.)

Tähän mennessä purppuranahakan tehoa on testattu suomalaisista puulajeista koivulla, haavalla ja pihlajalla. Pajulla kokeet ovat vielä kesken. Kantoläpimitasta riippuen koivulla teho on ollut 74-90 % (kuolleisuus käsitellyistä kannoista), haavalla 77 % ja pihlajalla 50 %. (Sienilehti. 2013, 82-83.)

Torjuntatehoon vaikuttaa sekä puulaji että kantoläpimitta, mutta myös purppuranahakkayksilö. Tutkimuksissa on testattu luonnosta kerättyjen sienikantojen vesakontorjuntakykyä ja niistä saatuja parhaita yksilöitä on risteytetty keskenään laboratoriossa, jotta käyttöön saataisiin mahdollisimman tehokas sieni. Risteytyksessä on käytetty hyväksi sienen luontaista taipumusta suvulliseen lisääntymiseen. (Sienilehti. 2013, 82-83.)

Risteytyksen avulla on saatu parannettua torjuntatehoa ja tulokset vesakontorjunnassa ovat parantuneet huomattavasti. Torjunta-aineen vaikutus puuhun on ollut yleensä sitä parempi, mitä suuremmasta kannosta on ollut kyse. Parhaan risteymän vesakontorjuntateho oli kahden kasvukauden käsittelyn jälkeen 45 % parempi kuin vanhempaiskannalla (Sienilehti. 2013, 82-83.)

”Bioturvallisuuden kannalta tärkeää on huomata, että tehokkaaksi kasvipatogeeniksi jalostettu purppuranahakka kasvaa kyllä käsiteltyyn kantoon hyvin, mutta ei pysty leviämään siitä eteenpäin muutoin kuin maanalaisten varsien kautta tai infektoidun kannon ja jonkun muun lehtipuun siihen kosketuksissa olevan tuoreen vaurion kautta.” (Sienilehti. 2013, 83.) Tämä johtuu siitä että purppuranahakka leviää vain suvullisten itiöiden avulla, joten pelko siitä, että sieni valtaisi uusia alueita ja syrjäyttäisi luonnossa esiintyvät purppuranahakat, ei ole aiheellinen. (Sienilehti. 2013, 83.)

Vuoteen 2012 mennessä tehtyjen kokeiden perusteella parhaaksi todettua purppuranahakkasienkantaa R5 käytetään kokeissa, joiden tarkoitus on selvittää tuotteen optimaalinen käyttömäärä. Tutkimus toteutettiin kesäkuussa 2012 Pieksämäki-Huutokoski rataosuuden ja 548 Suonenjoki-Karttula tieosuuden varteen perustetuilla koealoilla. Perustetut alat ovat kooltaan 7,5- 15m². Tutkimuksen tulokset saadaan vuoteen 2015 mennessä. (Verdera projektisuunnitelma: Biologinen vesakontorjunta.)

4.4 Purppuranahakan käyttö vesakontorjunnassa

4.4.1 Toimintaperiaate

Purppuranahakan toimintaperiaate perustuu sen luontaiseen kykyyn hajottaa puuainesta. Koska kyseessä on biologinen hajoamisprosessi, ei vesakontorjuntateho näy välittömästi, vaan lopullinen teho näkyy vasta 2-3 vuoden päästä käsittelystä. (Sienilehti. 2013, 82-83.) Purppuranahakka hajottaa vain lehtipuita, joten havupuihin se ei tehoa. Vesakonraivauksen näkökulmasta havupuut eivät kuitenkaan vesojen ja ne kasvavat paljon hitaammin kuin lehtipuut, joten samanlaista ylikasvuongelmaa ei näiden kanssa ole.

Purppuranahakka levitetään tuoreelle vastakatkaistulle puun kannolle, josta sienirihmas- to kasvaa kantoon ja leviää siihen. Purppuranahakka elää puussa niin pitkään, että sen hävitessä kannon ovat vallanneet muut lahottajasienet. (Leislahti, A. 2014, 6.)

4.4.2 Levitysmenetelmät

Ennen purppuranahakan hyödyntämistä käytännön vesakonraivauksessa tarvitaan tar- peeksi tehokas menetelmä sen levittämiseen teiden ja ratojen varsille. Raivattavien koh- teiden ollessa laajoja ei käsin levitys ole kannattavaa. Purppuranahakan koneelliseen levittämiseen ja sen kehitykseen onkin kiinnitetty huomiota viime vuosina. Kohteesta riippuen koneelliseen raivauskalustoon tai pienempään raivaussahaan liitetty ruiskutus- menetelmä ovat mahdollisia vaihtoehtoja. (Sienilehti. 2013, 82-83.)

Koneiston on oltava kyllin vahva käsittelemään raivattavat vesakot tehokkaasti ja sen on myös oltava taloudellisesti kannattava vaihtoehto. Hyvän lähtökohdan levityskaluston suunnitteluun antaakin muihin tarkoituksiin kehitetyt levityslaitteistot. Erityisesti kemi- alliseen vesakontorjuntaan käytetyt laitteet ovat hyvä lähtökohta tulevan levityskaluston suunnittelulle. (Verdera projektisuunnitelma: Biologinen vesakontorjunta.)

Tiestön osalta levitysmenetelmän kriteereinä ovat koneen ulottuma ja vakaus, koska raivaus tehdään ajoradalta käsin. Pääteiden raivauksessa, joiden raivausleveys on 10-12 metriä, käytetään yleensä pyöröalustaista kaivinkonetta. Seutu- ja yhdysteillä, joilla raivausleveys on 6 metriä, pääkone voi olla myös traktori. Raivauksessa leikkuupään osalta käytetään erilaisia laitteita. Uusimmissa laitteissa on leikkuupäänä kaksi lautas- leikkuria (Kuva 12), mutta vanhemmissa on käytössä edelleen ketjulaiteita. (Huusko- nen, O. 2013.)



Kuva 12. Raiko-vesakonraivain. (SAHKO internet)

Ratavarsien vesakonraivaus suoritetaan pääosin kiskoilla kulkevalla ratapyöräkaivinkoneella. Kone jarruttaa ja vetää omilla pyörillään ratakiskotuksella, ja radalta pois nouseminen vie vajaan minuutin. Raivaustyö rata-alueella on helpompaa, koska kuljettajan ei tarvitse huolehtia yhdistelmän tiellä pysymisestä. Leikkuupään osalta työssä on käytössä samat laitteet kuin tievarsiraivauksessa, joten biologisen vesakonraivauskaluston tekniikan ei tarvitse poiketa tienvarsien raivauksessa käytettävästä kalustosta. Ulottuma raivauksessa pitää olla kuitenkin 12 m. (Huuskonen, O. 2013.)

4.5 Taloudellinen näkökulma

Purppunahakan hyötyjä ovat sen luonnollisuus, ympäristöystävällisyys ja käsiteltävyys laboratorioissa. Näiden ominaisuuksien ansiosta biologinen torjunta-aine tulee olemaan, sekä hinnaltaan että ominaisuuksiltaan kilpailukykyinen muiden torjunta-aineiden kanssa. Tutkimusten perusteella on jo arvioitu kustannuksia purppuranahakkäkäsittelylle. Kuvassa 14 on Verderalta saatu viitteellinen arvio paljonko koko käsittelyprosessi voisi maksaa varhaisperkauksessa. (Leislahti, A. 2014, 6.)

varhaisperkaus	
tuotteen kulutus	
p-nahakkaliuoksen kulutus	200 l/ha
käyttölaimennos, 1/ 1 000	
käyttöliuos	1 g/l
tuotteen kulutus	0,2 kg/ha
käyttökustannus	
perkaus	250 €/ha
levityskustannus	100 €/ha
tuotteen hinta	500 €/kg
tuotekustannus	100 €/ha
käyttökustannus yhteensä	450 €/ha

Kuva 13. Verderan arvio purppuranahakan käyttökustannuksista. (Verdera)

Kustannusarviosta saatavalla tiedolla purppuranahakkaliuoksen kulutuksesta voidaan laskea viitteellinen arvio paljonko liuosta menisi vesakonraivauksessa viherhoituluokan N3 tiellä ja paljonko se tulisi tällä tiedolla maksamaan kilometriä kohden.

Esimerkki kulutuksesta N3-luokan tiellä:

Raivattava-alue:

$$6 \text{ m} - 2 \text{ m (niittoleveys)} = 4 \text{ m} \cdot 1000 \text{ m} = 4000 \text{ m}^2$$

p- nahakkaliuoksen kulutus:

$$200 \frac{\text{l}}{\text{ha}} = 0,02 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} \cdot 4000 \text{ m}^2 = 80 \cdot 2 \text{ (tien molemmat puolet)} = 160 \text{ litraa/km}$$

Tuotteen kulutus tällöin:

$$160 \text{ l/km} \cdot 1 \frac{\text{g}}{\text{l}} = 160 \text{ g}$$

Tuotteen hinnaksi tulee:

$$0,16 \text{ kg} \cdot 500 \frac{\text{€}}{\text{kg}} = 80 \text{ €/km}$$

Kulutukseksi saatiin hoitoluokan N3 tien vaatimalla vesakonraivausleveydellä 160 l/km ja tuotteen hinnaksi 80 €/km, mutta todellisuudessa tie- ja ratavarsien vesakkomäärä eroaa huomattavasti esim. voimajohtoalueiden ja metsäudistusalueiden kasvustosta, joten edellä käyty esimerkki on vain viitteellinen arvio tie- ja ratavarsiraivauksesta biologisen torjunta-aineen kulutuksesta. Paremmiin torjunta-ainemenekkiä pystytään arvioimaan vasta, kun on tutkittu enemmän tie- ja ratavarsien vesakkokasvillisuuden todellista määrää.

Jotta vesakontorjuntamenetelmä olisi taloudellisesti mahdollisimman kannattavaa, pitäisi vesakonraivaus ja torjunta-aineen levitys tapahtua yhdellä koneella samanaikaisesti. Kuten jo kappaleessa 4.4.2 käytiin läpi, biologiseen vesakonraivaukseen on suunnitteilla oma kalusto, jolloin voidaan erillisen levityksen kustannukset jättää kokonaishinnasta pois. Vaikka tuotteen hinta nostaakin raivauskustannuksia ja vielä ei tässä vaiheessa tiedetä millaisia määriä biologista torjunta-ainetta tarvitaan esim. 4000 m² kokoiselle alueelle. Voidaan vain arvioida, että vaikka aineen käyttö ei poistaisi vesakonraivaustarvetta kokonaan voisi jo pelkkä vesakkokasvuston vähentäminenkin ja ravaustarpeen harveneminen tuoda taloudellisia säästöjä.

Tutkimustöiden ollessa vielä kesken voidaan jo silti sanoa, että purppuranahakkakäsittely on erittäin potentiaalinen vaihtoehto tulevaisuuden vesakonraivauksessa, koska kemiallista vesakontorjuntakäsittelyä ei enää suositella sen ympäristövaikutusten vuoksi, ja mekaaninen raivaus on tehoton lehtipuiden voimakasta vesomista vastaan. (Sienilehti. 2013, 82-83.)

Vielä on kuitenkin tutkittava biologisen torjunta-aineen eri käyttökohteiden vesakkokasvustoa, jotta pystyttäisiin arvioimaan paremmin biologisen torjunta-aineen menekkiä eri käyttökohteissa.

5 KENTTÄTUTKIMUS

5.1 Taustaa

Purppuranahakan käyttömahdollisuuksia vesakontorjunta-aineena on tutkittu jo vuosien ajan, ja kokeita on tehty sekä laboratoriossa, että luonnossa. Tutkimuksissa on testattu purppuranahakan tehokkuutta eri puulajeilla ja muita torjuntatehoon vaikuttavia tekijöitä. Kokeitten perusteella on todettu, että purppuranahakka on erittäin tehokas torjumaan lehtipuiden vesomista, mutta ei tehoa havupuuihin. Torjuntatehoa on pyritty parantamaan risteyttämällä purppuranahakkayksilöitä keskenään ja saamaan näin lopputulokseksi paras yksilö vesakontorjuntaan.

Purppuranahakan tehoon vaikuttaa puulaji, kantoläpimitta, purppuranahakkayksilö ja levitysajankohta. Näiden muuttujien ollessa tiedossa purppuranahakka-ainetta pystytään käyttämään kulloiseenkin vesakkoon sopivalla tavalla. Vesakontorjunta-aineen käyttökohteita on monia, kuten voimajohtojen aluset, havupuutaimikot, metsä uudistusalat ja tien- sekä radanvarret, joten on selvää, että vesakoituminen ei ole samanlaista jokaisessa kohteessa, vaan kasvuston määrä ja vallitseva puulaji todennäköisesti eroavat toisistaan kohteesta riippuen.

Jotta biologisen vesakontorjunta-aineen teho olisi mahdollisimman hyvä, on tiedettävä millaiseen käyttötarkoitukseen se tulee ja minkälaista kasvustoa sen on tarkoitus torjua. Tämän takia on tärkeää tutkia eri käyttökohteiden vesakoitumista.

5.2 Tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää Destian työkanan tie- ja rataympäristössä esiintyvän vesakkokasvuston lajit, keskimääräinen kantoläpimitta ja puustomäärä tutkitussa ympäristössä. Tuloksista saadaan selville vallitseva puulaji tutkitulla alueella ja pystytään arvioimaan purppuranahakkatorjunta-aineen menekkiä biologisessa vesakontorjunnassa.

5.3 Tutkimusalueet

Tutkimukset suoritettiin Destia Oy:n kahdessa maanteiden hoidon alueurakassa Sastamalassa ja Suonenjoella, sekä Destian hoitamalla rata-alueella Kuopion, Siilinjärven ja Suonenjoen alueella aikavälillä 1.4.2012- 27.4.2014.

Teiden osalta tutkimusalueet valittiin N2- ja N3-hoitoluokkien teiltä, joissa vesakonraivaus tarve on suurin. Rata-alueella tutkimuspaikat valittiin kunnossapitoalueelta 8:n. Rata-alueella tutkimuskenttien paikkojen valintaan vaikuttivat turvallisuussäännöt, jotka kielsivät radan ylityksen ja liikkumisen alle kolmen metrin etäisyydellä radasta. Tämän takia tutkimuspaikat valittiin alueelta, joissa rata kulki lähellä tietä, jotta siirtyminen paikasta toiseen pystyttiin suorittamaan autolla. Tutkimuskenttien paikat näkyvät liitteistä 1- 3.

Ajankäytön takia ei ollut mahdollista kartoittaa yksittäisiä tie- tai rataosia koko pituudeltaan, joten jokaiselta valitulta tien- ja radanvarrelta valittiin sattumanvaraisesti yhteensä 20 kappaletta 100 metrin pituisia tutkimuskenttiä (Liite 4).

5.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimukset aloitettiin teiden osalta selvittämällä valitun alueurakan teiden viherhoitoluokat, jonka jälkeen pystyttiin valitsemaan tiet, joiden varsilta otokset otettiin. Teiden valinnassa apuna käytettiin karttaa, johon oli merkattu hoitoalueen rajat ja tienumerot. Vesakonraivauskierrotaulukosta saatiin selville teiden vesakonraivauksen ajankohta eli koska kyseisen tien vesakonraivaus on suoritettu. N2 ja N3-hoitoluokan teiltä valittiin sellaiset tiet, jotka ovat raivauskierrossa tänä vuonna, jotta kasvillisuus olisi helpompi tunnistaa.

Valinnan jälkeen siirryttiin teille, joiden varrelta valittiin sattumanvaraisesti tutkimuskentän paikka. Ainoana kriteerinä tutkimuskentän paikan valinnassa oli 100 metrin mittainen esteetön alue ja työskentelyturvallisuus. Esteettömällä alueella tarkoitetaan tässä yhteydessä sellaista aluetta, jonka sisälle ei jää tekijää, joka estäisi mittaamisen suunnitellulla tavalla.

Paikan valinnan jälkeen mitattiin mittapyörällä 100 metrin pituinen matka ja merkittiin tiehen 23,75 metrin välein otospaikat. Otokset sijoitettiin tutkimuskentälle siten, että otosten paikka määräytyi niiton jälkeen jäävän vesakonraivausalueen leveyden mukaan. Esimerkiksi N2-luokan tiellä, vaatimus niittoleveydelle on 4 metriä ja vesakonraivaus leveydelle 12 metriä, joten otokset sijoitettaisiin näin ollen jäävälle 8 metrin raivausalueelle. On kuitenkin otettava huomioon, että raivausleveystarve ei ole sama jokaisessa tien kohdassa, joten raivausleveys muuttuu tarpeen mukaan. Tämän takia otosten vaakasuuntainen etäisyys toisiinsa muuttuu vesakonraivaus etäisyyden mukaan, mutta pituussuuntainen välimatka pysyy samana. Otokset sijoitettiin vuorotellen alueen oikeaan ja vasempaan reunaan, jotta saatiin mittauksiin mahdollisimman todellinen kuva raivausalueella esiintyvistä kasvustosta.

Rata-alueella kasvusto kartoitettiin samojen menetelmien mukaisesti, kuin tiealueella. Tutkimuskenttien pituus oli 100 metriä ja otokset otettiin 23,75 metrin välein. Rata-alueella vesakonraivaus leveys on kuusi metriä radasta ja turvallisuussäännöt kielsivät menemästä kolme metriä lähemmäksi rataa, joten otokset sijoitettiin jäävälle kolmenmetrin raivausalueelle vuorotellen oikeaan ja vasempaan reunaan.

Tiealueella tutkimuskenttiä otettiin 2 kappaletta tutkittavaa tietä kohden ja rata-alueella tutkimuskenttiä otettiin 2 kappaletta tutkittavaa aluetta kohden. Suonenjoen alueella tien sijainti rataan nähden oli hyvä, joten liikkuminen radan vierusta pitkin mahdollisti 4 tutkimuskentän ottamisen alueelta.

Otosten sisälle jäävän kasvuston puulajit tunnistettiin, ja niistä mitattiin työntömitan avulla kantoläpimitta 15 senttimetrin korkeudelta. Tulokset kirjattiin kenttälomakkeelle (Liite 5), johon merkattiin ylös myös seuraavat tiedot:

- Mittauspaikka
- Tienumero tai rata-alue
- Viherhoitoluokka tai raivausleveys
- Kenttänumero
- Otosnumero

5.5 Tulokset

5.5.1 Tieosuus

Kohde 1: Sastamala

Sastamalan alueurakassa maastotutkimukset tehtiin kolmelle tielle, joista jokaisesta otettiin 10 otosta. Otoksen tulokset näkyvät taulukoissa 2–7.

Taulukko 2. Esiintyvien lajien kappalemäärät, tie 252

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 252, kenttä 1	1	3	0	0	8	0	0	0	
Tie 252, kenttä 1	2	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 252, kenttä 1	3	7	0	0	0	0	0	0	
Tie 252, kenttä 1	4	0	0	0	1	2	0	0	
Tie 252, kenttä 1	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 252, kenttä 2	1	0	0	0	36	0	0	0	
Tie 252, kenttä 2	2	0	0	0	0	0	2	0	
Tie 252, kenttä 2	3	0	0	0	15	0	0	0	
Tie 252, kenttä 2	4	10	0	9	12	0	0	0	
Tie 252, kenttä 2	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Yhteensä		20	0	9	72	2	2	0	
Ka/ otos		2,00	0,00	0,90	7,20	0,20	0,20	0,00	
Pros. osuus puustosta		19,05 %		8,57 %	68,57 %	1,90 %	1,90 %		100,00 %

Taulukko 3. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), tie 252

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 252, kenttä 1	1	3,05			3,03				
Tie 252, kenttä 1	2								ei vesakkoa
Tie 252, kenttä 1	3	3,76							
Tie 252, kenttä 1	4				1,77	2,73			
Tie 252, kenttä 1	5								ei vesakkoa
Tie 252, kenttä 2	1				5,29				
Tie 252, kenttä 2	2						3,43		
Tie 252, kenttä 2	3				7,25				
Tie 252, kenttä 2	4	6,8		9,37	7,11				
Tie 252, kenttä 2	5								ei vesakkoa
Yhteensä (mm)		13,61	0,00	9,37	24,45	2,73	3,43	0,00	
Keskiarvo (mm)		4,54	0,00	9,37	4,89	2,73	3,43	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		25,40 %		17,48 %	45,62 %	5,09 %	6,40 %		100,00 %

Taulukko 4. Esiintyvien lajien kappalemäärät, tie 249

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 249, kenttä 1	1	15	0	0	0	0	0	0	
Tie 249, kenttä 1	2	1	0	0	0	1	0	0	
Tie 249, kenttä 1	3	0	0	0	0	7	0	0	
Tie 249, kenttä 1	4	1	0	0	0	0	0	0	
Tie 249, kenttä 1	5	9	0	0	0	0	0	0	
Tie 249, kenttä 2	1	2	0	0	0	0	0	0	
Tie 249, kenttä 2	2	5	0	0	0	0	1	4	
Tie 249, kenttä 2	3	0	0	0	0	8	0	0	
Tie 249, kenttä 2	4	0	0	0	0	25	0	0	
Tie 249, kenttä 2	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Yhteensä		33	0	0	41	1	4	0	
Ka/ otos		3,3	0	0	4,1	0,1	0,4	0	
Pros. osuus puustosta		41,8 %		0,0 %	51,9 %	1,3 %	5,1 %		100,0 %

Taulukko 5. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), tie 249

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 249, kenttä 1	1	7,01							
Tie 249, kenttä 1	2	3,8			3,7				
Tie 249, kenttä 1	3				2,63				
Tie 249, kenttä 1	4	5,93							
Tie 249, kenttä 1	5	3,5							
Tie 249, kenttä 2	1	5,51							
Tie 249, kenttä 2	2	2,67				5,68	4,69		
Tie 249, kenttä 2	3				5,47				
Tie 249, kenttä 2	4				7,01				
Tie 249, kenttä 2	5								ei vesakkoa
Yhteensä (mm)		28,42	0	0	18,81	5,68	4,69	0	
Keskiarvo (mm)		4,74	0,00	0,00	4,70	5,68	4,69	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		49,3 %		0,0 %	32,7 %	9,9 %	8,1 %		100,0 %

Taulukko 6. Esiintyvien lajien kappalemäärät, tie 2501

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 2501, kenttä 1	1	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 2501, kenttä 1	2	0	0	7	0	0	0	0	
Tie 2501, kenttä 1	3	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 2501, kenttä 1	4	0	0	3	0	0	0	0	
Tie 2501, kenttä 1	5	5	0	0	0	0	0	0	
Tie 2501, kenttä 2	1	0	0	0	14	0	0	0	
Tie 2501, kenttä 2	2	0	0	11	0	0	0	0	
Tie 2501, kenttä 2	3	6	0	0	10	0	2	0	
Tie 2501, kenttä 2	4	0	0	0	1	0	0	0	
Tie 2501, kenttä 2	5	3	3	2	1	0	0	0	
Yhteensä		14	3	23	26	0	2	0	
Ka/ otos		1,4	0,3	2,3	2,6	0	0,2	0	
Pros. osuus puustosta		20,59 %	4,41 %	33,82 %	38,24 %	0,00 %	2,94 %		100,00 %

Taulukko 7. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), tie 2501

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 2501, kenttä 1	1								ei vesakkoa
Tie 2501, kenttä 1	2			8,73					
Tie 2501, kenttä 1	3								ei vesakkoa
Tie 2501, kenttä 1	4			22,03					
Tie 2501, kenttä 1	5	7,87							
Tie 2501, kenttä 2	1				7,36				
Tie 2501, kenttä 2	2			11,45					
Tie 2501, kenttä 2	3	6,93			5,2		2,86		
Tie 2501, kenttä 2	4				3,66				
Tie 2501, kenttä 2	5	5,54	5,53	11,61					
Yhteensä (mm)		20,34	5,53	53,82	16,22	0	2,86	0	
Keskiarvo (mm)		6,78	0,00	13,46	5,41	0,00	2,86	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		20,59 %	5,60 %	54,49 %	16,42 %	0,00 %	2,90 %		100,00 %

Kohde 2: Suonenjoki

Suonenjoen alueurakassa maastotutkimukset tehtiin kolmelle tielle, joista jokaisesta otettiin 10 otosta. Otoksen tulokset näkyvät taulukoissa 8–11.

Taulukko 8. Esiintyvien lajien kappalemäärät, tie 16161

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 16161, kenttä 1	1	0	0	0	1	0	0	0	
Tie 16161, kenttä 1	2	7	0	0	0	0	0	0	
Tie 16161, kenttä 1	3	0	0	0	4	0	0	0	
Tie 16161, kenttä 1	4	0	0	0	4	0	1	0	
Tie 16161, kenttä 1	5	0	0	0	3	0	0	0	
Tie 16161, kenttä 2	1	0	0	0	6	0	0	0	
Tie 16161, kenttä 2	2	3	0	0	2	0	1	0	
Tie 16161, kenttä 2	3	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 16161, kenttä 2	4	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 16161, kenttä 2	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Yhteensä		10	0	0	20	0	2	0	
Ka/ otos		1,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,20	0,00	
Pros. osuus puustosta		31,25 %		0,00 %	62,50 %	0,00 %	6,25 %		100,00 %

Taulukko 9. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), tie 16161

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 16161, kenttä 1	1				12,97				
Tie 16161, kenttä 1	2	13,95							
Tie 16161, kenttä 1	3				1,42				
Tie 16161, kenttä 1	4				4,61		81,82		
Tie 16161, kenttä 1	5				8,32				
Tie 16161, kenttä 2	1	6,41							
Tie 16161, kenttä 2	2	8,1			6,51		8,11		
Tie 16161, kenttä 2	3								ei vesakkoa
Tie 16161, kenttä 2	4								ei vesakkoa
Tie 16161, kenttä 2	5								ei vesakkoa
Yhteensä (mm)		28,46	0	0	33,83	0	89,93	0	
Keskiarvo (mm)		9,49	0,00	0,00	6,77	0,00	44,97	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		19 %		0 %	22 %	0 %	59 %		100 %

Taulukko 10. Esiintyvien lajien kappalemäärät, tie 531

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 531, kenttä 1	1	1	0	0	23	0	0	0	
Tie 531, kenttä 1	2	14	0	0	4	0	0	0	
Tie 531, kenttä 1	3	7	0	0	43	0	1	0	
Tie 531, kenttä 1	4	5	0	0	0	0	0	0	
Tie 531, kenttä 1	5	0	0	0	58	0	0	0	
Tie 531, kenttä 2	1	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 531, kenttä 2	2	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 531, kenttä 2	3	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 531, kenttä 2	4	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 531, kenttä 2	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Yhteensä		27,00	0,00	0,00	128,00	0,00	1,00	0,00	
Ka/ otos		2,70	0,00	0,00	12,80	0,00	0,10	0,00	
Pros. osuus puustosta		17,31 %		0,00 %	82,05 %	0,00 %	0,64 %		100,00 %

Taulukko 11. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), tie 531

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 531, kenttä 1	1	4,14			3,09				
Tie 531, kenttä 1	2	6,58			4,79				
Tie 531, kenttä 1	3	3,55			4,43				
Tie 531, kenttä 1	4	6,04							
Tie 531, kenttä 1	5				7,63				
Tie 531, kenttä 2	1								ei vesakkoa
Tie 531, kenttä 2	2								ei vesakkoa
Tie 531, kenttä 2	3								ei vesakkoa
Tie 531, kenttä 2	4								ei vesakkoa
Tie 531, kenttä 2	5								ei vesakkoa
Yhteensä (mm)		20,31	0,00	0,00	19,94	0,00	0,00	0,00	
Keskiarvo (mm)		5,08	0,00	0,00	4,99	0,00	0,00	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		50,46 %		0,00 %	49,54 %	0,00 %	0,00 %		100,00 %

Taulukko 10. Esiintyvien lajien kappalemäärät, tie 5516

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 5516, kenttä 1	1	0	0	0	21	0	0	0	
Tie 5516, kenttä 1	2	1	0	0	3	0	0	0	
Tie 5516, kenttä 1	3	4	0	0	1	0	0	0	
Tie 5516, kenttä 1	4	1	0	0	1	0	0	0	
Tie 5516, kenttä 1	5	0	0	1	0	0	0	0	
Tie 5516, kenttä 2	1	0	0	2	8	0	0	0	
Tie 5516, kenttä 2	2	8	0	0	31	0	0	0	
Tie 5516, kenttä 2	3	0	0	0	1	0	0	0	
Tie 5516, kenttä 2	4	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Tie 5516, kenttä 2	5	0	0	0	10	0	0	0	
Yhteensä		14	0	3	76	0	0	0	
Ka/ otos		1,40	0,00	0,30	7,60	0,00	0,00	0,00	
Pros. osuus puustosta		15,05 %		3,23 %	81,72 %	0,00 %	0,00 %		100,00 %

Taulukko 11. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), tie 5516

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Tie 5516, kenttä 1	1				6,77				
Tie 5516, kenttä 1	2	5,81			6,58				
Tie 5516, kenttä 1	3	3,99			3,27				
Tie 5516, kenttä 1	4	2,72			7,25				
Tie 5516, kenttä 1	5			4,56					
Tie 5516, kenttä 2	1			6,23	7,61				
Tie 5516, kenttä 2	2	4,27			3,88				
Tie 5516, kenttä 2	3				3,55				
Tie 5516, kenttä 2	4								ei vesakkoa
Tie 5516, kenttä 2	5				7,89				
Yhteensä (mm)		16,79	0,00	10,79	46,80	0,00	0,00	0,00	
Keskiarvo (mm)		4,20	0,00	5,40	5,85	0,00	0,00	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		22,57 %		14,51 %	62,92 %	0,00 %	0,00 %		100,00 %

5.5.2 Rataosuus

Kohde 1: Kuopio, Alue 8 Ylä-Savo

Radan hoitoalueelta nro. 8 Ylä-Savo otettiin yhteensä 40 otosta, joiden tulokset näkyvät taulukoissa 12–19.

Taulukko 12. Esiintyvien lajien kappalemäärät, Kuopio

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	1	0	7	0	6	0	0	0	
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	2	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	3	0	0	0	17	0	0	0	
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	4	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	1	0	0	0	24	0	0	0	
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	2	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	3	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	4	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Yhteensä		0	7	0	47	0	0	0	
Ka/ otos		0,00	0,70	0,00	4,70	0,00	0,00	0,00	
Pros. osuus puustosta		0,00 %	12,96 %	0,00 %	87,04 %	0,00 %	0,00 %		100,00 %

Taulukko 13. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), Kuopio

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	1		7,05		14,83				
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	2								ei vesakkoa
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	3				6,95				
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	4								ei vesakkoa
Rata 62°55'47,0"N, 27°40'53,5"E, kenttä 1	5								ei vesakkoa
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	1				10,93				
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	2								ei vesakkoa
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	3								ei vesakkoa
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	4								ei vesakkoa
Rata 62°57'27,7"N, 27°41'35,3"E, kenttä 2	5								ei vesakkoa
Yhteensä (mm)		0	7,05	0	32,71	0	0	0	
Keskiarvo (mm)		0,00	7,05	0,00	10,90	0,00	0,00	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		0,00 %	17,73 %	0,00 %	82,27 %	0,00 %	0,00 %		100,00 %

Kohde 2:Siilinjärvi, Alue 8 Ylä-Savo

Taulukko 14. Esiintyvien lajien kappalemäärät, Siilinjärvi

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	1	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	2	0	0	0	30	0	0	0	
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	3	1	0	0	35	0	0	0	
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	4	0	0	0	17	0	0	0	
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	1	0	0	0	33	0	0	0	
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	2	0	0	0	51	0	0	0	
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	3	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	4	0	0	0	26	0	0	0	
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Yhteensä		1	0	0	192	0	0	0	
Ka/ otos		0,10	0,00	0,00	19,20	0,00	0,00	0,00	
Pros. osuus puustosta		0,52 %		0,00 %	99,48 %	0,00 %	0,00 %		100,00 %

Taulukko 15. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), Siilinjärvi

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	1								ei vesakkoa
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	2				8,77				
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	3	4,93			5,33				
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	4				7,79				
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 1	5								ei vesakkoa
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	1				12,7				
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	2				9,2				
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	3								ei vesakkoa
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	4				16,35				
Rata 63°03'22,4"N, 27°42'13,2"E, kenttä 2	5								ei vesakkoa
Yhteensä (mm)		4,93	0	0	60,14	0	0	0	
Keskiarvo (mm)		4,93	0,00	0,00	10,02	0,00	0,00	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		7,58 %		0,00 %	92,42 %	0,00 %	0,00 %		100,00 %

Kohde 3: Suonenjoki, Alue 8 Ylä-Savo

Taulukko 16. Esiintyvien lajien kappalemäärät, Suonenjoki

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	1	1	0	2	22	0	0	0	
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	2	0	0	0	4	0	0	0	
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	3	0	0	0	0	0	0	0	eisvesakkoa
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	4	1	0	0	0	0	0	0	
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	5	0	0	0	12	0	0	0	
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	1	0	0	0	24	0	1	0	
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	2	0	0	0	18	0	0	0	
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	3	8	0	0	8	0	0	0	
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	4	0	0	0	13	0	0	0	
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	5	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Yhteensä		10	0	2	101	0	1	0	
Ka/ otos		1,00	0,00	0,20	10,10	0,00	0,10	0,00	
Pros. osuus puustosta		8,77 %		1,75 %	88,60 %	0,00 %	0,88 %		100,00 %

Taulukko 17. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), Suonenjoki

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	1	2,12		26,21	2,77				
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	2				4,26				
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	3								
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	4	34,47							
Rata 62°30'52,3"N, 27°12'26,4"E, kenttä 1	5				4,12				
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	1				4,28		16,5		
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	2				11,71				
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	3	4,62			14,49				
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	4				9,61				
Rata 62°30'55,9"N, 27°12'26,0"E, kenttä 2	5								ei vesakkoa
Yhteensä (mm)		41,21	0	26,21	51,24	0	16,5	0	
Keskiarvo (mm)		13,74	0,00	26,21	7,32	0,00	16,50	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		30,49 %		19,39 %	37,91 %	0,00 %	12,21 %		100,00 %

Taulukko 18. Esiintyvien lajien kappalemäärät, Suonenjoki

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	1	0	0	0	18	0	0	0	
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	2	0	0	0	4	0	0	0	
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	3	1	0	1	0	0	2	0	
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	4	0	0	0	30	0	0	0	
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	5	0	0	4	0	0	2	0	
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	1	0	0	0	0	0	2	0	
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	2	0	0	0	6	0	1	0	
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	3	0	0	0	0	0	0	0	ei vesakkoa
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	4	0	0	0	12	0	0	0	
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	5	0	0	0	8	0	0	0	
Yhteensä		1	0	5	78	0	7	0	
Ka/ otos		0,10	0,00	0,50	7,80	0,00	0,70	0,00	
Pros. osuus puustosta		1,10 %		5,49 %	85,71 %	0,00 %	7,69 %		100,00 %

Taulukko 19. Runkoläpimittojen keskiarvot (mm), Suonenjoki

Kohde	Otos	Koivu	Haapa	Leppä	Paju	Mänty	Kuusi	Muu	HUOM!
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	1				7,95				
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	2				11,71				
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	3	46,24		88,11			46,49		
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	4				8,29				
Rata 62°30'41,2"N, 27°12'27,2"E, kenttä 3	5			39,48			38,32		
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	1						19,25		
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	2				22,56		8,4		
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	3								ei vesakkoa
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	4				6,3				
Rata 62°30'05,4"N, 27°12'24,0"E, kenttä 4	5				7,55				
Yhteensä (mm)		46,24	0,00	127,59	64,36	0,00	112,46	0,00	
Keskiarvo (mm)		46,24	0,00	63,80	10,73	0,00	28,12	0,00	
Pros. osuus pinta-alasta		13,19 %		36,39 %	18,35 %	0,00 %	32,07 %		100,00 %

5.6 Yhteenveto

Tieosuus

Sastamalan alue

Näytealojen koko yhteensä: 30 m²

Näytealojen määrä yhteensä: 30 kpl

Keskimääräinen kantoläpimitta:

Koivu	5,54 mm
Haapa	5,93 mm
Leppä	11,27 mm
Paju	5,77 mm
Mänty	3,71 mm
Kuusi	4,05 mm

Kasvuston kantoläpimitat yhteensä:

Koivu	370,90 mm
Haapa	17,79 mm
Leppä	360,67 mm
Paju	819,45 mm
Mänty	11,14 mm
Kuusi	32,39 mm
Yhteensä	1612,34 mm

Puulajin prosentuaalinen osuus koko kasvuston kantoläpimitasta:

Koivu	23,00 %
Haapa	1,10 %
Leppä	22,37 %
Paju	50,82 %
Mänty	0,69 %

Kuusi	2,01 %
-------	--------

Suonenjoen alue

Näytealojen koko yhteensä: 30 m²

Näytealojen määrä yhteensä: 30 kpl

Keskimääräinen kantoläpimitta:

Koivu	7,00 mm
Haapa	0 mm
Leppä	5,54 mm
Paju	5,91 mm
Mänty	0 mm
Kuusi	17,79 mm

Kasvuston kantoläpimitat yhteensä:

Koivu	566,87 mm
Haapa	0 mm
Leppä	66,46 mm
Paju	1429,54 mm
Mänty	0 mm
Kuusi	106,76 mm
Yhteensä	2169,63 mm

Puulajin prosentuaalinen osuus koko kasvuston kantoläpimitasta:

Koivu	26,13 %
Haapa	0 %
Leppä	3,06 %
Paju	65,89 %
Mänty	0 %
Kuusi	4,92 %

RataosuusKuopion alue

Näytealojen koko yhteensä: 10 m²

Näytealojen määrä yhteensä: 10 kpl

Keskimääräinen kantoläpimitta:

Koivu	0 mm
Haapa	7,05 mm
Leppä	0 mm
Paju	9,99 mm
Mänty	0 mm
Kuusi	0 mm

Kasvuston kantoläpimitat yhteensä:

Koivu	0 mm
Haapa	49,34 mm
Leppä	0 mm
Paju	469,33 mm
Mänty	0 mm
Kuusi	0 mm
Yhteensä	518,67 mm

Puulajin prosentuaalinen osuus koko kasvuston kantoläpimitasta:

Koivu	0 %
Haapa	9,51 %
Leppä	0 %
Paju	90,49 %
Mänty	0 %
Kuusi	0 %

Siilinjärven alue

Näytealojen koko yhteensä: 10 m²

Näytealojen määrä yhteensä: 10 kpl

Keskimääräinen kantoläpimitta:

Koivu	4,93 mm
Haapa	0 mm
Leppä	0 mm
Paju	9,87 mm
Mänty	0 mm
Kuusi	0 mm

Kasvuston kantoläpimitat yhteensä:

Koivu	4,93 mm
Haapa	0 mm
Leppä	0 mm
Paju	1895,04 mm
Mänty	0 mm
Kuusi	0mm
Yhteensä	1899,97 mm

Puulajin prosentuaalinen osuus koko kasvuston kantoläpimitasta:

Koivu	0,26 %
Haapa	0 %
Leppä	0 %
Paju	99,74 %
Mänty	0 %
Kuusi	0 %

Suonenjoen alue

Näytealojen koko yhteensä: 20 m²

Näytealojen määrä yhteensä: 20 kpl

Keskimääräinen kantoläpimitta:

Koivu	10,89 mm
Haapa	0 mm
Leppä	40,58 mm
Paju	7,77 mm
Mänty	0 mm
Kuusi	29,20 mm

Kasvuston kantoläpimitat yhteensä:

Koivu	119,75 mm
Haapa	0 mm
Leppä	324,64 mm
Paju	1391,168 mm
Mänty	0 mm
Kuusi	233,60 mm
Yhteensä	2069,67 mm

Puulajin prosentuaalinen osuus koko kasvuston kantoläpimitasta:

Koivu	5,79 %
Haapa	0 %
Leppä	15,69 %
Paju	67,24 %
Mänty	0 %
Kuusi	11,29 %

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli selvittää vesakkokasvuston laji, kantoläpimitta ja määrä raivattavaa pinta-alayksikköä kohden Destian työkannan tie- ja rataympäristössä. Työstä saatavien tulosten avulla voidaan arvioida paremmin ainemenekkiä kyseisillä alueilla.

Tulosten perusteella vallitsevana puulajina tie- ja rataympäristössä on paju. Sen prosentuaalinen osuus esiintyvistä puulajeista on suurin jokaisessa otoksessa. Koivu on toiseksi yleisin laji tieympäristössä, mutta rataympäristössä otosten perusteella Kuopion alueella toiseksi yleisin on haapa, Siilijärven alueella koivu ja Suonenjoen alueella koivu ja leppä. Rataympäristön toiseksi vallitsevimman puulajin vaihtelevuus johtunee siitä, että tutkimuskenttien paikat sijoittuivat ns. rakennetun ympäristön alueelle, missä radan vieressä oli viljeltyä maata tai taloja, jonka takia kasvusto ei pääse kasvamaan samalla tavalla, kuin rakentamattomassa ympäristössä. Tiealueella tutkimuskenttien paikat pystyttiin valitsemaan sellaiselta alueelta, missä ei näitä tekijöitä ollut.

Eri puulajien kantoläpimittojen keskiarvosta voidaan sanoa, että tiealueella raivattava vesakko on kantoläpimitaltaan pienempää kuin rata-alueella johtuen siitä, että rataympäristön puusto on iäkkäämpää, koska raivauskiertoa ei ole noudatettu täsmällisesti. Tästä voidaan päätellä, että biologisen torjunta-aineen teho tulee olemaan parempi rataympäristössä kuin tieympäristössä, koska purppuranahakan tehokkuutta tutkittaessa on huomattu, että sen torjuntateho on sitä parempi, mitä suurempi on torjuttavan puuston kantoläpimitta.

Tutkimuksista saatiin laskettua viitteellisiä arvoja torjunta-ainemenekille tie- ja rataympäristössä. Laskelmien mukaan kulutus tulisi olemaan suurempaa rataympäristössä, kuin tieympäristössä, mutta laskelmat on tehty otoksessa esiintyvän puustoalan perusteella, joten tulosten todenmukaisuuden arvioiminen tässä vaiheessa on vaikeaa. Lasketuissa kulutusmäärissä ei ole huomioitu kasvuton hajontaa tai levityslaitteiston vaikutusta kulutusmäärään. Todellisuudessa ei ole mahdollista levittää ainetta tarkasti pelkille puun kannoille, joten todenmukaisempaan tulokseen päästäisiin huomioimalla myös levityksessä hukkaan menevä ainemäärä, mutta tähän pystytään vasta levityslaitteiston kehityksen jälkeen. Vesakonraivauksessa torjunta-ainemenekkiin vaikuttaa myös jatkuvasti muuttuva raivausleveys, joten tarkka kulutus esim. tiekilometrille pitäisi laskea tapauskohtaisesti.

Tällä tutkimusmenetelmällä tutkimustulosten todenmukaisuus paranee, mitä enemmän tutkimuskenttiä maastosta otetaan ja mitä laajemmalla alueella tutkimukset tehdään, mutta tämän opinnäytetyön osalta tutkimuksiin varattu aika oli rajallinen. Tutkimuksista saatujen tulosten perusteella saadaan jo viitteellinen arvio ainemenekistä ja tieto vallitsevasta puulajista rata- ja tieympäristössä. Tulosten perusteella tulevaisuudessa pitäisi keskittyä torjunta-aineen kehityksessä sen tehokkuuteen torjua eri pajulajeja ja kantolämpimitaltaan jopa alle senttimetrin kokoisia kantoja. Tutkimusmenetelmiä voitaisiin tulevaisuudessa parantaa suunnittelemalla paremmin tutkimuskenttien paikat ja tutkimusten ajankohta, jotta puuston tunnistaminen olisi mahdollisimman helppoa ja tutkimusten suorittaminen olisi esteetöntä. Kartoittamalla kokonaan yksittäisiä tie- ja rata-osuuksia saataisiin parempi näkemys vesakkokasvillisuudesta tietyllä radalla tai tiellä, ja näin saataisiin laskettua realistisempi arvio torjunta-ainemenekille.

LÄHTEET

Butler, E. J & Jones, S. G. 1949. Silver leaf disease of plum, *Stereum purpureum* (Fr.) Fr. In : Plant Pathology. MacMillan & Co, London, pp. 763-767.

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

Hamberg, L & Hantula, J. 2011. Purppuranahakka, biologinen vesakontorjunta- aine Suomeen ?. Taimiuutiset 4/2011, 17-19.

Huuskonen, O. Biologinen vesakontorjunta, yleiskuvaus maanteiden ja rata- alueen vesakontorjunnan laajuudesta. 25.11.2013

Kasvisuojeluseura. Omenan tasapainoinen kasvisuojelu. Satunnaiset kasvitaudit. Luettu 6.3.2014

Leislahti, A. Biologinen vesakontorjunta tieympäristön hoidossa. Erikoistyö. Teknillinen korkeakoulu. Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto. Espoo.

Liikenneviraston ohjeita; Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 20. Ympäristö ja rautatiealueet. 18/2012. Luettu 24.2.2014. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2012-18_rato_20_web.pdf

Liikennevirasto. Hoidon ja ylläpidon tuotekortit. 30.1.2012. Luettu 30.4.2014. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf5/hoidon_tuotekortti2012.pdf

Liikennevirasto. Internet 2013. Luettu 22.2.2014. www.Liikennevirasto.fi

Liikennevirasto. 2010. Liikenneympäristön ja varusteiden ylläpito. Liikenneviraston toimintalinjoja 2/2010. Helsinki. Luettu 14.3.2014. http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf3/livitoimintalinjat2010ymparistonja_varusteiden_kunnossapito.pdf

Liikenneviraston julkaisut. Liikenneympäristön ja varusteiden kunnossapidon toimintalinjat. 02/2010. Luettu 14.4.2014. http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf3/livitoimintalinjat_2_2010_ympariston_ja_varusteiden_kunnossapito.pdf

Liikenneviraston julkaisut. Väyläverkoston yhtenäinen luokittelu kunnossapito suunnittelua varten. 10/2012. Luettu 14.4.2014. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lts_2012-10_vaylaverkoston_yhtenainen_web.pdf

Puhoksen veturipalvelu Oy. Internet 2014. Luettu 25.3.2014. www.ttkonepalvelu.fi/veturipalvelu.htm.

Ratahallintokeskus. 2002. RAMO 15; Radan kunnossapito. Luettu 13.2.2014. http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/rato_15_radan_kunnossapito.pdf

Royal Horticultural Society. Internet 2014. Luettu 23.3.2014. <http://www.rhs.org.uk>

Sah-Ko Oy. Internet 2014. Luettu 3.4.2014. www.sah-ko.fi/fi/tuotteet/raiko-vesakonraivain.html

Suomen tieyhdistys. Internet 2013. Luettu 30.2.2014. www.tieyhdistys.fi

Suomen tieyhdistys. Tietieto 2012. Luettu 30.2.2014.

Tielaitos. 2000. Viherhoito tieympäristössä, TIEL 2230055. Helsinki: Oy Edita Ab.

Tie- ja vesirakennuslaitos. 1975. Tienkunnossapito. Kajaani: Kainuun Sanomain Kirjapaino Oy

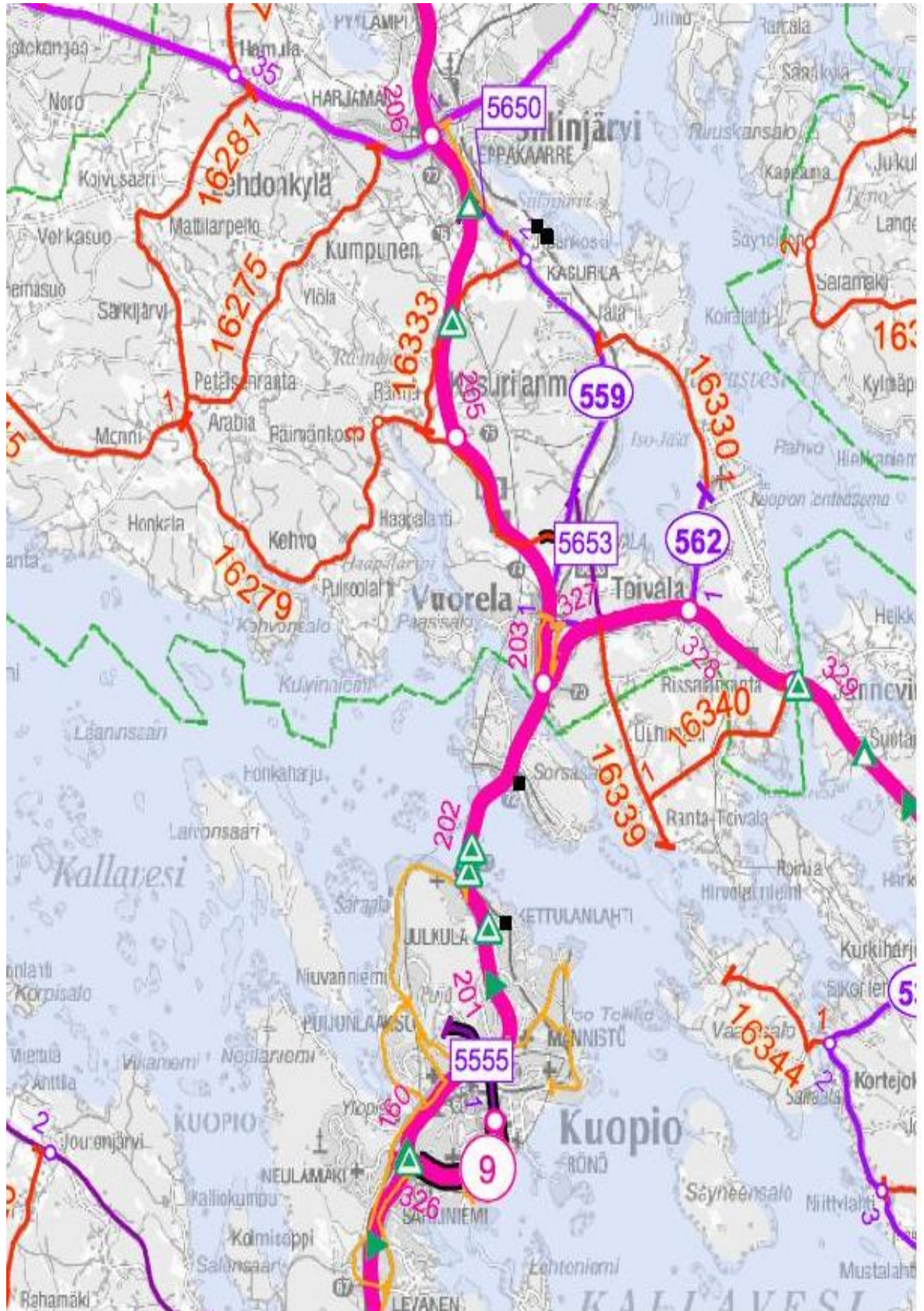
Uutinen. Urakoitsija Mikko Ahokas perää laatua myös tievarsien niittoon ja vesakkojen raivaukseen. Julkaistu 18.12.2010. Luettu 18.4.2014. <http://www.koneporssi.com>

Verdera. Biologinen vesakontorjunta. Projektisuunnitelma. 2011.

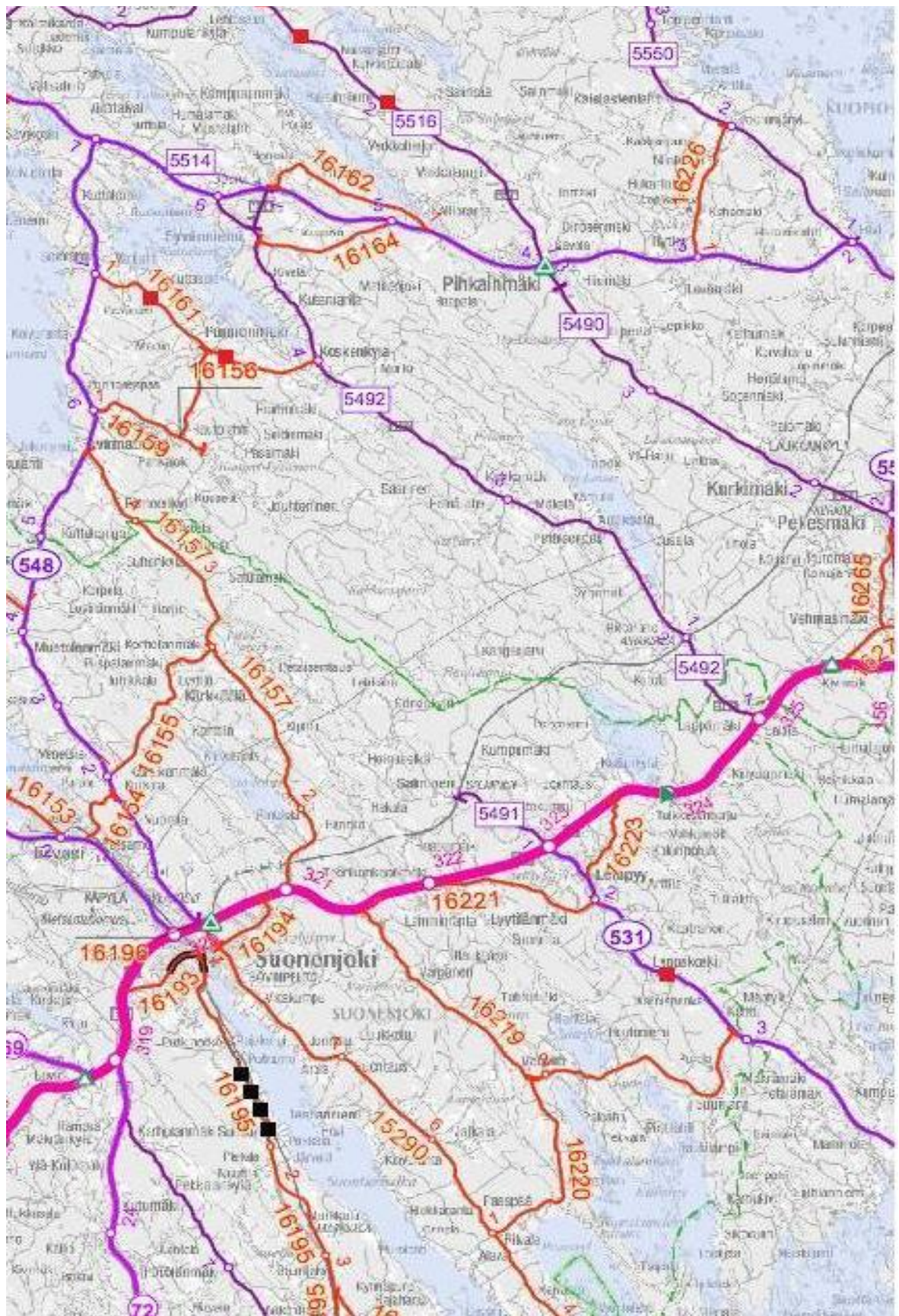
Väre, H & Kiuru, H. 2006. Suomen puut ja pensaas. Hämeenlinna: Karisto Oy.

LIITTEET

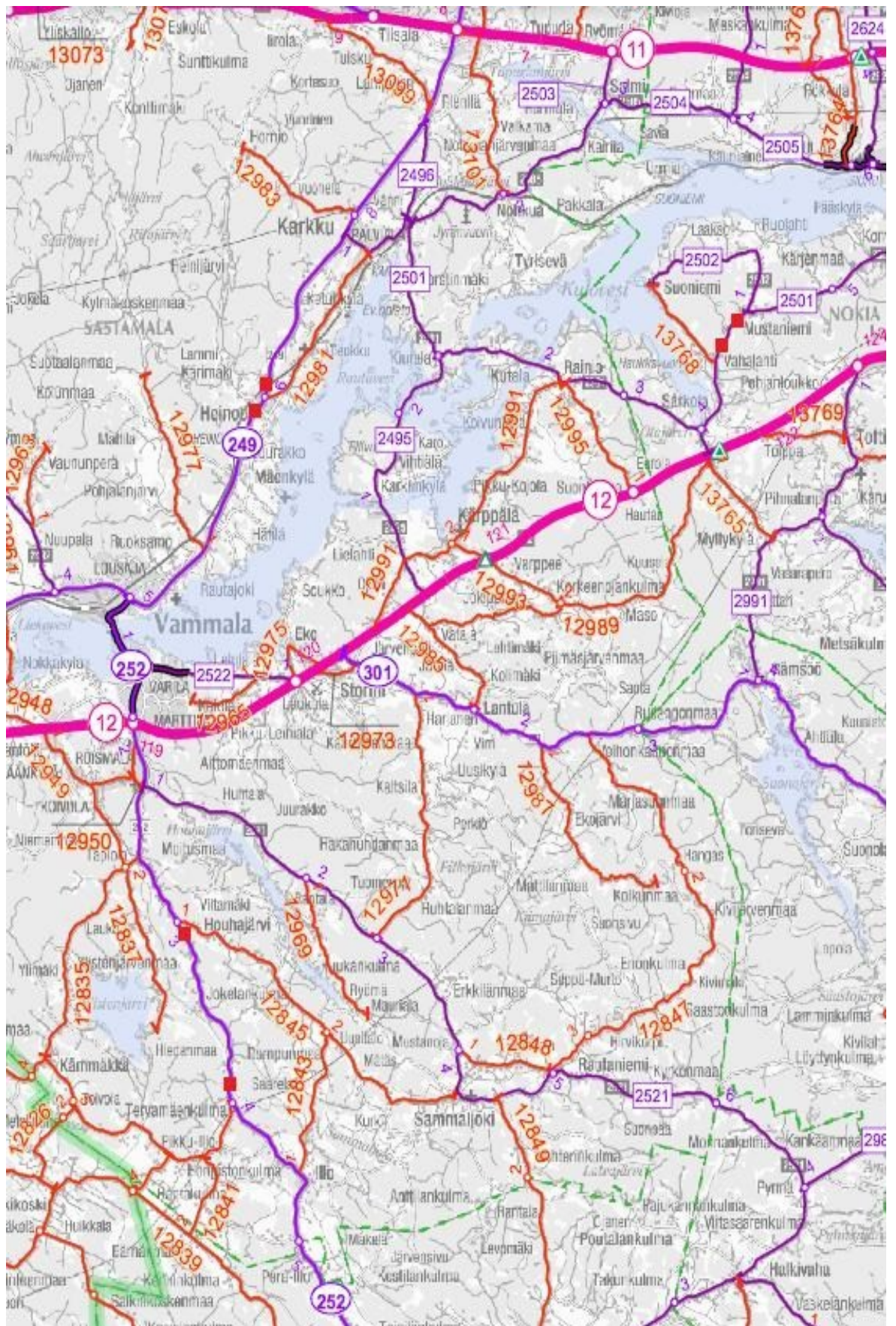
Liite 1. Tutkimuskentät Kuopion, Siilinjärvi alueella



Liite 2. Tutkimuskentät Suonenjoen alueella



Liite 3. Tutkimuskentät Sastamalan alueella



Liite 4. Tutkimuskenttä

