

RIKKAKASVIEN HAITATON TORJUNTA VIHERALUEILLA

Tanja Lavonen  
Maisterintutkielma  
Helsingin yliopisto  
Soveltavan biologian laitos  
Puutarhatiede  
Huhtikuu 2008

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Maatalous- metsätieteellinen tiedekunta		Soveltavan biologian laitos	
Tekijä — Författare — Author			
Tanja Lavonen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Rikkakasvien haitaton torjunta viheralueilla			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Puutarhatiede			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
Maisterintutkielma	Huhtikuu 2008	50 s. + liitteet	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Rikkakasvit aiheuttavat kaupungeissa ongelmia päällysteille ja rakenteille haurastuttamalla niitä ja lyhentämällä niiden elinkaarta. Istutusalueilla rikkakasvit haittaavat koristekasvien kasvua. Torjunnassa käytetään tavallisesti herbisidejä, joista glyfosaattipohjaiset valmisteet ovat käytetyimpiä. Glyfosaatin aiheuttamiin haittoihin on viime vuosina kiinnitetty enemmän huomiota, ja yleinen suuntaus on pyrkiä herbisidien käytön vähentämiseen erityisesti kovilla pinnoilla suuren huuhtoutumisvaaran vuoksi. Vaihtoehtoihin menetelmiin kuuluvat mekaaniset, fysikaaliset, biologiset ja luontaisiin torjunta-aineisiin perustuvat menetelmät. Termiset rikkakasvintorjuntamenetelmät muodostavat suurimman ryhmän fysikaalisiin menetelmiin kuuluvista torjuntakeinoista. Kaupunkialueille näistä soveltuvat parhaiten liekitys, kuuma vesi ja höyry. Vaihtoehtoisista torjunta-aineista etikkahappo on ollut käytössä jo pitkään. Kasviöljyjä on käytetty herbisideissä apuaineina, mutta useilla kasviperäisillä öljyillä on myös itsellään kasvien kasvua kontrolloivia vaikutuksia.</p> <p>Höyryn ja etikkahapon tehoa rikkakasvien torjunnassa tutkittiin kolmevuotisella kenttäkokeella Helsingissä. Koe toteutettiin vuosina 2005-2007. Kokeella haluttiin selvittää, onko torjuntamenetelmillä vaikutusta rikkakasvien määrään kovilla pinnoilla, ja montako käsittelykertaa kasvukaudessa tarvitaan riittävän torjuntatuloksen saavuttamiseen. Keväällä 2007 tehtiin kasvihuonekoe, jossa koivutisleen ja mäntyöljyn tehoa eri pitoisuuksina verrattiin markkinoilla olevaan etikkahappovalmisteeseen. Koe tehtiin kahdella kasvilajilla, ja lisäksi tutkittiin, oliko kasvuvaiheella vaikutusta torjunnan onnistumiseen. Kolmannessa kokeessa tutkittiin koivutisleen, mäntyöljyn ja etikkahapon tehoa rikkakasvien torjunnassa puiden tyvillä. Yhden kasvukauden mittainen kenttäkoe toteutettiin kesällä 2007.</p> <p>Etikkahapolla ja höyryllä oli rikkakasveja torjuva vaikutus kovilla pinnoilla. Paras torjuntatuloks saavutettiin kolmella käsittelykerralla kasvukaudessa. Tässä kokeessa etikkahappo tuotti paremman torjuntatuloksen kuin höyrykäsittely. Kasvihuonekokeessa koivutisleellä ja mäntyöljyllä saavutettiin suurimmilla pitoisuuksilla samantasoisia ja osittain jopa parempia torjuntatuloksia kuin etikkahapolla. Kaikki torjunta-aineet tehosivat paremmin varhaisessa kasvuvaiheessa oleviin kasveihin. Pehmeiden pintojen kenttäkokeessa koivutisleellä, mäntyöljyllä ja etikkahapolla oli kaikilla rikkakasveja torjuvaa vaikutusta, mutta koivutisle ja mäntyöljy tuottivat hiukan paremman tuloksen etikkahappoon verrattuna.</p> <p>Herbisidien käytön vähentäminen viheralueilla edellyttää suunnitelmallisuuden lisäämistä rikkakasvien torjunnassa. Herbisidejä tulisi käyttää vain todellisissa ongelmakohteissa, jos muilla keinoin ei saada riittävää torjuntavaikutusta.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
Rikkakasvit, haitattomat torjuntamenetelmät, höyrytys, mäntyöljy, koivutisle, viheralueet			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Soveltavan biologian laitos, Helsingin yliopisto			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information			
Työn ohjaaja: Leena Lindén			

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Faculty of Agriculture and Forestry		Department of Applied Biology	
Tekijä — Författare — Author			
Tanja Lavonen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Alternative methods for weed control on urban areas			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Horticulture			
Työn laji — Arbetets art — Level		Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages
Master's thesis		April 2008	50 p. + appendixes
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Weeds cause hard surfaces and pavements in cities to break down more quickly than they naturally would. Weed control on hard surfaces is mainly based on herbicides, of which glyphosate is the most effective and also most widely used. However, the use of glyphosate on paved areas has been restricted in some countries because of the risk of leaching in to groundwater and watercourse. Alternative methods for weed control on urban areas include mechanical, physical and biological methods and natural product herbicides. Many of the physical methods are based on thermal effect, and the most suitable on hard surfaces are flaming, hot water and hot steam. Vinegar is an alternative herbicide that is commonly in use. Oils have been used as adjuvants in herbicides, but many plant originated oils have phytotoxic effects of their own. Herbicides based on vegetable oils are available in several countries.</p> <p>Steaming and vinegar were tested on hard surface weed control during three growing seasons 2005-2007. The purpose of the study was to investigate whether steaming and vinegar have an effect on the number of weeds on hard surfaces, and how many applications are required to provide adequate control. The aim of the greenhouse experiment was to compare the effects of 12 % vinegar and different concentrations of pine oil and birch oil distillate on two weed species in two different developmental stages. The aim of the third experiment was to test pine oil, birch oil distillate and vinegar for weed control in practice on the bases of ornamental trees. The experiment was carried out during summer 2007.</p> <p>Vinegar and steaming controlled vegetation on hard surfaces, and the best result was obtained by three applications during one growing season. In this experiment vinegar provided better control than steaming. The greenhouse experiment proved the largest concentrations of pine oil and birch oil distillate to control weeds as well as or even better than vinegar. In the field experiment birch oil distillate and pine oil were slightly more effective than vinegar.</p> <p>Reducing the use of herbicides in cities is an important task, and successful weed control requires careful planning. Herbicides should be used only when other means are insufficient.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
Weeds, alternative control methods, steaming, pine oil, birch oil distillate, green zones			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Department of Applied Biology, University of Helsinki			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information			
Supervisor: Leena Lindén			

# SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO .....	5
2 RIKKAKASVIT PÄÄLLYSTETYILLÄ ALUEILLA.....	6
3 GLYFOSAATTI .....	9
4 VAIHTOEHTOISIA TORJUNTAMENETELMIÄ.....	10
4.1 Termiset torjuntamenetelmät.....	10
4.2 Etikkahappo.....	13
4.3 Öljyt.....	14
4.4 Koivutisle.....	16
5 TORJUNTASTRATEGIA .....	16
6 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET .....	18
7 CLEAN REGION-KENTTÄKOE .....	18
7.1 Aineisto ja menetelmät.....	18
7.2 Koealueiden kuvaukset.....	21
7.3 Tulokset.....	22
7.3.1 Rikkakasvien esiintyminen .....	22
7.3.2 Lajisto.....	24
7.3.3 Muut havainnot .....	27
7.4 Tulosten tarkastelu.....	28
8 KASVIHUONEKOE KOIVUTISLEELLÄ JA MÄNTYÖLJYLLÄ .....	30
8.1 Aineisto ja menetelmät.....	31
8.2 Tulokset.....	32
8.3 Tulosten tarkastelu.....	37
9 KENTTÄKOE KOIVUTISLEELLÄ JA MÄNTYÖLJYLLÄ.....	37
9.1 Aineisto ja menetelmät.....	38
9.2 Tulokset.....	39
9.2.1 Rikkakasvien esiintyminen .....	39
9.2.2 Lajisto.....	41
9.3 Tulosten tarkastelu.....	44
10 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	45
11 KIITOKSET.....	47
LÄHTEET .....	48
LIITTEET .....	51

## 1 Johdanto

Rikkakasvit aiheuttavat kaupungeissa monenlaisia ongelmia. Ne haurastuttavat päällysteitä ja voivat lyhentää niiden käyttöikää huomattavasti. Istutusalueilla, kuten perennapenkeissä ja puiden tyvillä rikkakasvit kilpailevat koristekasvien kanssa elintilasta, vedestä ja ravinteista. Molemmissa ympäristöissä runsas rikkakasvien määrä on myös visuaalinen haitta, ja vaikuttaa alueen viihtyisyyteen. Rikkakasvien aiheuttamiin ongelmiin kaupunkialueilla ei ole aiemmin kiinnitetty erityistä huomiota Suomessa, mutta Clean Region-tutkimushankkeen myötä myös Helsingissä on haluttu ottaa rikkakasvit ja niiden torjunta lähempään tarkasteluun. Clean Region-projekti (Regional collaboration for minimizing pesticide emissions on the environment) on Euroopan Unionin InterregIII-ohjelmaan kuuluva hanke, joka tähtää pestisidipäästöjen minimoimiseen viheralueilla. Projektin tavoitteena on kerätä tietoa ja kokemusta herbisideille vaihtoehtoisista rikkakasvien torjuntamenetelmistä erityisesti kestopäällystetyillä pinnoilla.

Rikkakasvien torjunta viheralueilla on pitkään ollut kemiallisten torjunta-aineiden, viime vuosina yhä enemmän glyfosaatin varassa. Vaikka glyfosaattia on pidetty turvallisena, on sen käyttöä viheralueilla ja erityisesti kovilla pinnoilla rajoitettu monissa Euroopan maissa. On mahdollista, että sen käyttöä rajoitetaan tulevaisuudessa myös Suomessa. Glyfosaatin tehokkuus ja valikoimattomuus tekevät siitä houkuttelevan tuotteen käytettäväksi alueilla, joilla säilytettävää kasvillisuutta ei ole. Kovilla asfalttipinnoilla ja kiveyksillä on kuitenkin suuri huuhtoutumisvaara, joten vesistöille haitalliseksi luokiteltavia aineita ei tulisi käyttää näillä alueilla. Tästä syystä olisi tärkeää löytää ympäristölle vaarattomampia keinoja kovien pintojen rikkakasvien kontrolloimiseksi. Lisäksi olisi tärkeää lisätä rikkakasvien torjunnan suunnitelmallisuutta ja järkeistää toimintaa haitallisten vaikutusten minimoimiseksi.

## 2 Rikkakasvit päällystetyillä alueilla

Rikkakasvit aiheuttavat ongelmia päällystetyillä alueilla haurastuttamalla rakenteita ja lyhentämällä niiden elinkaarta. Tanskalaistutkimuksessa arvioitiin päällysteiden käyttöiän lyhenevän jopa 20 vuotta alueilla, joilla rikkakasveja ei kontrolloida lainkaan (Hansen ym. 2004). Rikkakasvit etsiytyvät pienimpiinkin koloihin ja rakoihin, ja niiden voimakas juuristo raivaa kasvutilaa ja tarjoaa samalla myös vedelle esteettömämmän väylän rakenteisiin ja päällysteiden alle. Kun monivuotiset rikkakasvit ovat vakiinnuttaneet asemansa ja levittäneet juuristonsa laajalle, niistä on hankala päästä eroon. Runsas rikkakasvien määrä vaikuttaa myös alueen viihtyisyyteen. Rikkakasvien ympärille kertyy tuulen ja veden mukana roskaa ja maa-ainesta, joka pahentaa ongelmaa. Istutusalueilla rikkaruohot kilpailevat koristekasvien kanssa kasvualustan ravinteista ja vedestä sekä kasvutilasta ja valosta.

Päällystettyjen alueiden rikkaruohottumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat päällysteen rakenne, ikä ja kunto, päällysteeseen kohdistuva kulutus, mahdolliset saumat tai raot ja niiden leveys sekä käytetty saumausaine, kiveyksen rajoittuminen nurmialueeseen tai rakennukseen, alueelle kohdistuva varjostus sekä ympäristön kasvillisuus ja mahdolliset siemenlähteet. Myös pohjamaassa jo ennen kiveyksen perustamista olevat siemenet ja helposti uusiutuvien kasvien juurenpalaset vaikuttavat alueen rikkaruohottumiseen. Ylläpidon kannalta vaikuttavia tekijöitä ovat mahdollisen torjunnan lisäksi alueen puhtaanapitomenetelmät, lumien auraus, suolaus ja hiekoitus.

Rikkakasveja alkaa ilmaantua tavallisesti sellaisiin kohtiin, joihin kertyy tuulen ja veden mukana roskaa, kasvien siemeniä, hiekkaa ja muuta mahdollista kasvualustaa. Otollisia kohtia ovat esimerkiksi kiveysten ja reunakivien saumat ja halkeamat, sadevesikaivojen reunat, liikennemerkkien ja muiden päällysteeseen upotettujen rakenteiden tyvet, sadevesirännien alustat, portaikot tai porrastetut muurit ja ylipäänsä alueet, joilla kulutus on vähäistä tai olematonta (Kuva 1). Myös istutusten reuna-alueet, katupuiden tyvet ja muut alueet, joissa on paljasta maata, peittyvät nopeasti rikkakasvien taimilla.

Päällystetyillä alueilla viihtyvien lajien kirjo on runsas. 1990-luvulla tehdyssä kartoituksessa Helsingin keskustan kaduilta, muureilta ja portaikoista

tunnistettiin yhteensä yli 100 kasvilajia (Kurtto & Helynranta 1998). Päälystettyjen alueiden tavallisimpiin rikkaruohoihin kuuluvat esimerkiksi nurmikat (*Poa* spp.), horsmat (*Epilobium* spp.), voikukat (*Taraxacum* spp.), rentohaarikko (*Sagina procumbens* L.), piharatamo (*Plantago major* L.), pihatähtimö (*Stellaria media* L.), lutukka (*Capsella bursa-pastoris* L.), pihakrassi (*Lepidium ruderale* L.), pihatatar (*Polygonum aviculare* L.) ja leskenlehti (*Tussilago farfara* L.). Yleisiä ovat myös puuvartistet rikat, kuten pajut (*Salix* spp.) ja koivut (*Betula* spp.). Puuntaimetkin saavat usein kasvaa vuosikausia rauhassa, vaikka niiden torjunta vaikeutuu mitä suurempia ne ovat. Puilla on ruohovartista rikkakasvia voimakkaampi juuristo, joten niiden aikaansaamat vauriot rakenteissa ovat todennäköisesti suurempia.



Kuva 1. Rikkakasveja Helsingissä.

Rikkakasvien herkkyys erilaisille torjuntamenetelmille vaihtelee lajeittain. Kemiallisilla torjunta-aineilla saadaan yleensä hyviä torjuntatuloksia lajistosta riippumatta, mutta useat kemikaalittomat menetelmät vaikuttavat eri tavoin eri

lajeihin. Yleensä monivuotiset rikkaruohot ovat hankalimpia torjuttavia, sillä ne voivat uusiutua myös juurista, ja juuristo sijaitsee syvällä maan sisällä useimpien torjuntakeinojen ulottumattomissa. Vahingoittumattoman juuristonsa turvin kasvi kasvaa nopeasti uudestaan niin kauan kuin sillä on riittävästi vararavintoa uusiutumista varten. Kasvupisteen sijainti vaikuttaa oleellisesti torjunnan onnistumiseen (Taulukko 1.) Monilla heinillä kasvupiste sijaitsee lehtitupen suojassa, joten myös niillä on hyvät mahdollisuudet selvitä torjuntakäsittelyistä, vaikka koko muu lehdistö tuhoutuisi. Kemikaalittomien menetelmien valinnassa olisikin hyvä ottaa huomioon vallitsevan lajiston erityispiirteet, ja määrittää myös riittävään kontrolliin tarvittava annos ja käsittelykertojen määrä sen mukaan. Esimerkiksi rentohaarikon on todettu olevan herkkä etikkahappokäsittelylle (Hansson ym. 1994) ja kuumavesikäsitteilylle (Hansson & Ascard 2002). Etikkahappo on tutkimuksissa tehonnut hyvin myös piharatamoon ja kylänurmikkaan, kun taas voikukkaan teho on ollut heikompi (Hansson ym. 1994).

Taulukko 1. Esimerkkejä rikkakasveista ja niiden kasvupisteiden sijainnista (Nilsson ym. 1988, ref. Fergedal 1993).

Suojaamaton kasvupiste	Kasvupiste ruusukkeessa tai lehtitupessa	Kasvupiste maan alla
Torjunta helppoa	Torjunta vaikeaa	Torjunta erittäin vaikeaa
<i>Stellaria media</i>	<i>Taraxacum</i> spp.	<i>Elymus repens</i>
<i>Matricaria</i> spp.	<i>Sedum</i> spp.	<i>Aegopodium podagraria</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Urtica urens</i>
<i>Senecio vulgaris</i>		<i>Artemisia vulgaris</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		<i>Cirsium arvense</i>
<i>Polygonum aviculare</i>		

### 3 Glyfosaatti

Kaikista kasvinsuojeluaineista rikkakasvihävitteitä myydään ja käytetään eniten. Rikkakasvien torjuntaan tarkoitetuista aineista laajatehoinen glyfosaatti on jo vuosia hallinnut herbisidimarkkinoita Suomessa. Vuonna 2006 glyfosaattia myytiin tehoaineena noin 600 000 kg, mikä oli lähes puolet kaikista myydyistä rikkatorjunta-aineista (Elintarviketurvallisuusvirasto 2007). Rekisteröityjä glyfosaattipohjaisia valmisteita on Eviran kasvinsuojeluinerekisterissä yhteensä 34 kpl, joista käytetyimpiä lienevät Monsanto Roundup-valmisteet.

Glyfosaatin (N-(fosfonometyyli)glysiini) teho perustuu biokemiallisen metaboliareitin, sikimihapporeitin estämiseen. Ihmisillä ja muilla nisäkkäillä tätä reittiä ei ole, joten glyfosaatin akuutti toksisuus ihmiselle ja muille eläimille on pieni ( $LD_{50} > 5000$  mg/kg suun ja ihon kautta rotilla). Sen ei ole myöskään osoitettu kertyvän eliöihin. Se on kuitenkin haitallista vesieliöille, joten sen joutuminen vesistöihin ja viemäriverkostoihin tulisi estää. Glyfosaatti sitoutuu maahiukkasiin ja inaktivoituu nopeasti, joten kasvit eivät voi sitä maasta ottaa eikä sillä siis ole maavaikutusta. Glyfosaatin ja sen hajoamistuotteiden huuhtoutumisvaaran on oletettu olevan vähäinen viljelymailla. Pohjoisessa kylmä ilmasto kuitenkin hidastaa mikrobien hajotustoimintaa, joten glyfosaatin hajoamisaika todennäköisesti pitenee, jolloin myös huuhtoutumisvaara on suurempi kuin lämpimässä ilmastossa. Tanskassa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin glyfosaatin ja sen hajoamistuotteen aminometyylifosforihapon (AMPA) huuhtoutumisriskin olevan suurempi kuin aiemmin on luultu (Kjær ym. 2005). Ruotsissa tehdyn tutkimuksen perusteella glyfosaatille suositellaan mahdollisimman pieniä käyttömääriä ratapenkköjen rikkakasvikäsittelyissä pohjaveden saastumisriskin vuoksi (Torstensson ym. 2005). Monissa Keski-Euroopan kaupungeissa ja kunnissa on viime vuosina alettu rajoittaa herbisidien käyttöä erityisesti kovilla pinnoilla suuren huuhtoutumisvaaran vuoksi. Uudet tutkimukset ovat myös osoittaneet glyfosaatilla ja erityisesti glyfosaattipohjaisella Roundupilla olevan mahdollisesti haitallisempia vaikutuksia ihmiselle kuin aiemmin tiedettiin (Richard ym. 2005).

Ruotsissa monet kunnat ovat itsenäisesti päättäneet glyfosaatin käytön lopettamisesta. Suomessa paikallisia säännöksiä torjunta-aineiden käytöstä ei ole olemassa. Useiden rekisteröityjen glyfosaattivalmisteiden käyttöä pohjavesialueilla ja vesistöjen läheisyydessä on kuitenkin rajoitettu (Elintarviketurvallisuusvirasto 2006). Kemiallista torjuntaa suorittavat tahot, kuten kaupungit ja kunnat, yleensä harkitsevat tapauskohtaisesti torjuntatarpeen, ja esimerkiksi leikkikentillä herbisidejä ei käytetä. Kotipuutarhureiden käyttöä ei valvo kukaan, mutta määrä lienee pieni verrattuna maataloudessa ja viheralueiden hoidossa käytettäviin määriin.

## 4 Vaihtoehtoisia torjuntamenetelmiä

### 4.1 Termiset torjuntamenetelmät

Termiset rikkakasvientorjuntamenetelmät perustuvat kaikki joko korkean tai matalan lämpötilan aiheuttamiin vaurioihin kohdekasveissa. Kuumuuden tuhoavan vaikutuksen uskotaan yleisesti perustuvan proteiinien denaturoitumiseen soluissa. Nopea kuumentaminen johtaa solunsisällön paisumiseen, jolloin soluseinät rikkoontuvat ja solu kuolee (Hoffmann 1989). Hoffmann (1989) on määritellyt edellytykset riittävälle lämpöannokselle seuraavasti: lämpötilan on pysyttävä tarpeeksi korkeana riittävän pitkään, ja soluvaurioiden on oltava riittävän suuria kasvin elintärkeissä solukoissa, niin että kasvi kuolee tai jälleenkasvu estyy.

Termiset menetelmät vaikuttavat tutkimusten perusteella tehoavan hyvin siemenrikkakasveihin. Esimerkiksi Ascard (1995) ja Hansson ja Ascard (2002) ovat tarkastelleet tutkimuksissaan liekityksen ja kuuman veden vaikutusta eri kasvilajeihin ja eri kasvuvaiheissa oleviin kasveihin. Jotkut yksivuotiset rikkakasvit voidaan saada tuhottua jo yhdellä käsittelyllä, kun annos on riittävän suuri. Monivuotisten rikkokojen ja tiettyjen yksivuotisten lajien kohdalla yksi käsittely on kuitenkin riittämätön, ja useimmiten vaaditaan monta käsittelyä kasvukauden aikana, jotta rikat pysyisivät kurissa. Sitkeimpiä monivuotisia kasveja ei saada yleensä kokonaan hävitettyä toistetuilla käsittelyilläkään, mutta

ongelma saadaan kuitenkin pysymään hallinnassa. Usein nämä lajit ovat juuri niitä, jotka ovat ongelmallisia myös kemiallisen torjunnan kannalta. Termisten menetelmien tehokkuuden kannalta on tärkeää, että torjunta tehdään varhaisessa kehitysvaiheessa ja mahdollisuuksien mukaan poutasäällä kun kasvien lehdistö on kuiva, jolloin riittävä torjuntateho saavutetaan pienemmällä lämpöannoksella.

Termisten menetelmien suurin ongelma on runsas energiankulutus torjunnan tehoon nähden. Useissa tutkimuksissa on esimerkiksi esitetty jonkinlaisen digitaalisen tunnistimen tai kameran käyttöä, jonka avulla käsittely voitaisiin kohdentaa ongelmakohtiin, jolloin tarpeeton energiankulutus vähenisi (mm. Hansson & Ascard 2002).

Termisistä menetelmistä kaupunkialueille soveltuvia ovat esimerkiksi liekitys, kuumavesikäsittely ja höyry. Vesihöyryn vaikutus rikkakasvien torjunnassa perustuu sen sisältämään lämpöenergiaan, joka siirtyy kasvin pintaan höyryn tiivistyessä (Ascard 1988). Kohlberg & Wiles (2002) havaitsivat höyrykäsittelyn tehon riippuvan paitsi rikkakasvilajista ja kehitysvaiheesta, myös höyrytyslaitteen ajonopeudesta ja höyryannoksesta. Parhaat tulokset vaativat hidasta ajonopeutta, jolloin höyryn vaikutusaika pitenee. Jotta käsittelyllä olisi vaikutusta rikkakasvien siementen itävyyteen, lämpö täytyisi saada pysymään maanpinnassa pidemmän aikaa. Hakkuuaukeilla ruohon kasvun estämiseksi toteutetussa kokeessa käsitellyt alueet peitettiin höyrytyksen jälkeen tunniksi kivivillalevyillä, ja vaikutus näkyi vähintään seuraavaan kasvukauteen (Norberg & Dolling 2003). Laboratoriossa tehdyssä höyrytyskokeessa on todettu jo kolmen minuutin altistuksen 50–60°C:n lämpötilassa tuhoavan kostutetut jauhosavikan (*Chenopodium album* L.) siemenet ja juolavehnän (*Elymus repens* L.) juurakot (van Loenen ym. 2003).

Höyryn etuna on pienempi polttoaineen kulutus liekitykseen verrattuna (Ascard 1988). Palovaaraa ei höyryä käytettäessä ole, eikä sen käyttö aiheuta samankaltaista eroosio- ja tiivistymisvaaraa pehmeillä pinnoilla kuin kuuma vesi. Ajettavat höyrytyslaitteet soveltuvat laajojen alueiden käsittelyyn, pienempien alojen rikkakasvitorjuntaan on kehitetty myös käsikäyttöisiä laitteita (Kuva 2).



Kuva 2. Erilaisia höyrytyslaitteita Hollannissa. Kuvat Juha Raisio.

Waipuna on Uudessa-Seelannissa kehitetty kuumaan veteen perustuva rikkakasvien torjuntamenetelmä (Quarles 2001). Veteen sekoitetun pinta-aktiivisen aineen avulla saadaan aikaan vaahto, joka mahdollistaa lämmön pysymisen rikkakasvien pinnalla pidempään kuin pelkkää vettä käytettäessä. Vaahdon lämpötila on noin 98°C kun se saavuttaa maanpinnan. Vaahto levitetään siihen tarkoitetulla kalustolla haluttuun kohteeseen, jossa se vaikuttaa kuumen veden tapaan. Tulokset ovat useimpien kasvien kohdalla nähtävissä 24 tunnin kuluttua, joten Waipuna vaikuttaa jopa nopeammin kuin glyfosaatti. Suuria aloja käsiteltäessä menetelmä on hitaampi herbisidien käyttöön verrattuna, mutta kustannukset ovat samaa luokkaa. Menetelmä vaatii suuria vesivarastoja, ja vesisäiliön uudelleentäyttöväli riippuu kaluston koosta. Tavallisella pakettiautolla pystytään kuljettamaan riittävästi vettä noin tunnin työskentelytarpeisiin. Vaahtoutumiseen vaikuttava pinta-aktiivinen aine koostuu maissista ja kookoksesta peräisin olevista luontaisista sokereista, ja se on täysin biohajoavaa. Pinta-aktiivisen aineen LD<sub>50</sub>-arvo suun kautta rotilla on 5000 mg/kg, joten se on lievästi myrkyllistä. Waipunaa suositellaan rikkakasvien torjunnan lisäksi muuhunkin puhtaanapitoon, kuten purukumien ja graffitien poistoon kiveyksiltä ja seinäpinnoilta (Waipuna 2006).

## 4.2 Etikkahappo

Etikka- eli etaanihappo on heikko happo, jonka kemiallinen kaava on  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ja molekyylipaino 60,05 g/mol. Etikkahappo on luonnossa esiintyvä yhdiste, ja sitä muodostuu mm. kasvinjätteiden (selluloosan ja hemiselluloosan) hajotessa anaerobisissa oloissa (Lynch 1978). Myös kompostoinnissa voi muodostua etikkahappoa. Etikkahappo on myrkyllistä nisäkkäille sekä vesieliöille ( $\text{LD}_{50}$  3310 mg/kg suun kautta rotilla ja  $\text{LC}_{50}$  75-88 mg /l kaloilla). Sen biokertyvyyspotentiaali on alhainen ( $\text{BCF} < 10$ ), eli se ei kerry eliöihin.

Etikkahapon teho perustuu kontaktiin, eli se ei kulkeudu kasvissa eikä vaikuta systeemisesti. Happo tuhoaa kasvista ne osat, joihin se pääsee vaikuttamaan suoran kosketuksen kautta. Käsittelyn saaneet lehdet muuttavat väriään jo muutaman tunnin kuluessa ja kasvit kuihtuvat parissa päivässä (Hansson 1994). Kasvihuonekokeissa on myös havaittu etikan haihtuessaan vaikuttavan kaasuna käsittelypaikan välittömässä läheisyydessä oleviin kasveihin (Hansson 1994). Ulkona toteutetuissa kenttäkokeissa tällaista vaikutusta ei ole havaittu (Hansson ym. 1994).

Hansson (1994) havaitsi tutkimuksissaan, että matalammalla etikkahappokonsentraatiolla (6 %) saatiin parempia torjuntatuloksia kuin korkealla konsentraatiolla (24 %), kun vaikuttavan aineen määrä neliometriä kohden oli sama. Kuusiprozenttisella liuoksella käsiteltäessä nesteen ja maahan imeytyneen vaikuttavan aineen määrät ovat suuremmat, jolloin myös mahdollinen vaikutus juurten kautta on suurempi. Lisäksi vaikuttavan aineen haihtuvuus laimeammasta liuoksesta on pienempi, jolloin vaikutusaika kasvin pinnalla on todennäköisesti pidempi. Tällä epäiltiin olevan vaikutusta enemmän kuin sillä, että suurempi nestemäärä myös peittää kasvit paremmin kuin pienempi.

Etikkahappo voi vaikuttaa betonipintojen ulkonäköön, mutta vaikutus on melko pieni lyhyen vaikutusajan vuoksi. Jos etikkahappoa käytetään istutusalueilla, maan rakenne saattaa kärsiä etenkin savipitoisilla mailla (Hansson ym. 1994). Etikkahapolla saattaa olla vaikutusta myös ruohovartisten kasvien juuristoon (Lynch 1978).

Etikkaruiskutuksissa ilmaan pääsee kaasuja, jotka voivat vaikuttaa paitsi käsittelyalueen välittömässä läheisyydessä olevaan kasvillisuuteen, myös aiheuttaa työntekijöissä oireita (Hansson 1994). Myös etikan pistävä haju voidaan kokea häiritseväksi. Etikkakäsittelystä johtuvat höyryt voivat olla erityisen häiritseviä kuumana päivänä, sillä lämpimässä etikka haihtuu nopeasti. Käsittely tulisikin suorittaa mahdollisuuksien mukaan viileässä säässä. Sade heikentää etikan vaikutusta laimentamalla happoa nopeasti. Kun käytetään oikeita suojaimia, työntekijälle aiheutuva riski saada palovammoja etikkahaposta on pieni.

Etikkahappo hajoaa hiilidioksidiksi ja vedeksi. Hiilidioksidin määrä on kuitenkin vähäinen verrattuna esimerkiksi liikenteen aiheuttamiin päästöihin eikä sen voi sanoa lisäävän merkittävästi kasvihuoneilmiötä (Hansson ym. 1994).

Eri lajien herkkyys etikkahapolle vaihtelee. Esimerkiksi rentohaarikko on osoittautunut herkäksi etikkahappokäsittelylle. Sen sijaan voikukkiin etikkahappo tehoaa vain suurina annoksina. Etikan on todettu vaikuttavan voimakkaimmin nuoriin kasveihin (Hansson ym. 1994).

Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa rikkakasvien torjunnan etikkahapolla on todettu olevan noin kaksi kertaa kalliimpaa kuin torjunnan glyfosaattipohjaisella valmisteella (Roundup) (Hansson ym. 1994). Tämä johtui sekä torjunta-aineiden hintaeroista että käsittelykertojen määrästä. Etikkahapolla käsittely jouduttiin toistamaan 3-4 kertaa halutun tason ylläpitämiseksi, kun glyfosaattia ei tarvinnut käyttää kuin kahdesti kasvukauden aikana.

### 4.3 Öljyt

Kasviperäisiä tai mineraaliöljyjä käytetään enimmäkseen herbisidien laimentamiseen, liuottimina, kantaja-aineina, pinta-aktiivisina aineina poistamassa pintajännitystä tai lisäaineina parantamassa torjunta-aineen tehokkuutta (Gauvrit & Cabanne 1993). Useilla öljyillä on kuitenkin myös oma fytotoksinen vaikutuksensa, jonka uskotaan perustuvan niiden sisältämiin matalan kiehumispisteen omaaviin tyydyttymättömiin ja aromaattisiin yhdisteisiin sekä happoihin (Gauvrit & Cabanne 1993).

Kasviperäisten öljyjen vaikuttavat aineet ovat yleensä kasvien sekundaarimetaboliitteja, ja monet niistä ovat terpeenejä, jotka liittyvät muun muassa kasvien puolustautumisjärjestelmiin (Angelini ym. 2003, Vaughn & Spencer 1993).

Vaughn & Spencer (1993) havaitsivat, että eteeristen öljyjen sisältämät haihtuvat monoterpeenit estivät useiden, erityisesti pienisiemenisten rikkakasvien itämistä. Ruohomaisten kasvien havaittiin olevan herkkiä monoterpeeneille siemenkoosta riippumatta. Happiatomin sisältävät monoterpeenit, kuten fenkoni, limoneenioksidi, 1,8-kineoli, 1,4-kineoli, karvoni ja terpen-4-oli sekä monet ketonit, esimerkiksi (+)- ja (-)-kamforit ja (+)-pulegoni ovat fytotoksisempia verrattuna pelkkiin hiilivetyihin (Asplund, 1968, Vokou ym. 2003). Asetaatit ovat poikkeus, sillä niiden teho on hiilivetyjen tasolla niiden sisältämistä happiryhmistä huolimatta (Vokou ym. 2003).

Romagni ym. (2000) totesivat, että sekä 1,4-kineoli että 1,8-kineoli estivät juurten kasvua, mutta 1,4-kineolin havaittiin estävän myös versojen kasvua ja aiheuttavan enemmän fotosynteesistä stressiä verrattuna 1,8-kineoliin. 1,8-kineoli sen sijaan vähensi itämistä ja häiritsi mitoosia. Ero kineolien vaikutuksissa johtui hienoisesta erosta kolmiulotteisessa rakenteessa, vaikka yhdisteiden rakennekaava on lähes samanlainen. Angelini ym. (2003) eristivät rikkakasvien itämistä estäviä öljyjä timjamista, rosmariinista ja kyntelistä. Vaikuttavat aineet kyseisissä öljyissä ovat terpeenejä, kuten borneoli, tymoli, karvakroli ja 1,8-kineoli.

Monet öljyt pystyvät tunkeutumaan kasvin lehtien sisään, osa jopa solun sisälle. Öljyt voivat vaikuttaa kasvissa haihtumista ja fotosynteesiä vähentävästi ja hengitystä lisäävästi. Lisäksi ne saattavat liuottaa klorofylliä. Aromaattisilla öljyillä voi olla solukalvon läpäisevyyttä lisäävä vaikutus, parafiiniöljyillä sellaista vaikutusta ei ole havaittu. (Gauvrit & Cabanne 1993).

Glyfosaattia, mäntyöljyvalmistetta (Organic Interceptor), kasviperäisiä eteerisiä öljyjä sisältävää valmistetta (Bioganic) ja etikkahappovalmistetta (BurnOut) vertaillaessa kokeessa todettiin kaikilla vaihtoehdoilla valmisteilla olevan rikkakasveja kontrolloiva vaikutus (Young 2004). Ero glyfosaatilla saatavaan vaikutukseen oli kuitenkin merkittävä sekä tehon että

käsittelykertojen lukumäärän suhteen. Myös käyttökustannukset olivat vaihtoehtoisilla tuotteilla suuremmat kuin glyfosaattikäsittelyssä.

#### 4.4 Koivutisle

Koivutisle on grillihiilien tuotannossa syntyvä sivutuote. Sitä muodostuu pyrolyysiprosessissa, kun koivupuuta kuumennetaan korkeissa lämpötiloissa. Koivutisleen tarkka koostumus ja vaikuttava aine eivät ole vielä selvillä, mutta sen tiedetään sisältävän tuhansia yhdisteitä, muun muassa happoja ja fenoleja. Samankaltaisia yhdisteitä käytetään monissa kasvinsuojeluaineissa vaikuttavina aineina. Koivutislettä on tutkittu lupaavin tuloksin myös etana- ja kotilokarkotteena (Pasanen 2006), ja sitä on aiemmin ollut markkinoilla esimerkiksi myyräkarkotteena. Koivutislettä tutkitaan myös mahdollisena kanikarkotteena. Herbisidikäytössä sitä on alustavasti testattu ainakin mansikoiden viljelyssä ja marjapensaiden tyvillä nokkosten torjunnassa.

Koivutisle on kasviperäinen aine, ja sen myrkyllisyys vesielioille on pieni verrattuna perinteisiin herbisideihin. Sen on havaittu stimuloivan kasvualustan mikrobitoimintaa, mutta vaikutus on lyhytaikainen (Pasanen 2006). Herbisidikäyttöön soveltuva koivutisle on tummaa, tervalle tuoksuvaa nestettä. Tislettä käsiteltäessä on syytä käyttää suojalaseja ja –käsineitä. Suljetussa tilassa, kuten kasvihuoneessa, myös hengityssuojaimen käyttö on suositeltavaa.

### 5 Torjuntastrategia

Herbisidien käytön vähentäminen on tärkeä tavoite, ja sen saavuttamiseksi tarvitaan suunnitelma, jonka perusteella vuosittainen torjunta kovilta pinnoilta voidaan tehdä järkevästi. Tanskalaistutkimuksen (Hansen ym. 2004) perusteella suositellaan alueiden priorisointia sijainnin, materiaalin ja käyttötarkoituksen mukaan. Rikkakasvien torjunnalle määritellään tasot, joiden mukaan torjunta kullekin asteelle priorisoidulla alueella toteutetaan. Tasojen määrittämisen tukena voidaan rikkakasvien peittävyden, lukumäärän ja korkeuden lisäksi käyttää kuvallista luokittelua.

Torjunnan intensiteettiin vaikuttaa ennen kaikkea alueen alkuperäinen rikkaruohottuneisuus (Hansen ym. 2004). Muita huomioonotettavia tekijöitä on rikkakasvilajisto ja sen jakautuminen yksi- ja monivuotisiin lajeihin. Hankalien monivuotisten lajien kohdalla tarvitaan todennäköisesti tiheämpää käsittelyrytmiä torjuntamenetelmästä riippuen. Torjuntasuunnitelman toteutuksessa tulisi ottaa huomioon myös sademäärien vuosittainen vaihtelu ja alueelle kohdistuvan säteilyn määrä, mitkä osaltaan vaikuttavat rikkakasvien esiintymiseen. Muita huomioitavia seikkoja ovat päällysteen ikä, kunto ja rakenne sekä mahdollinen talvikunnossapito, kuten auraus, suolaus ja hiekoitus. Useimmilla haitattomilla menetelmillä torjuntatulokset on paras, kun rikkakasvit ovat pieniä, joten käsittelyt tulisi ajoittaa oikein.

Sopivien torjuntamenetelmien valinta on oleellinen osa torjuntasuunnitelman muodostamista. Menetelmän sopivuus riippuu paitsi käyttökohteesta, myös alueella vallitsevasta rikkakasvilajistosta ja siitä, mitä laitteita tai torjunta-aineita on saatavilla ja millä kustannuksilla. Herbisidien käytön vähentäminen edellyttää todennäköisesti useampien menetelmien hyödyntämistä. Myös yhdistelmäkäsittelyt voisivat tulla kyseeseen. Hansenin ym. (2004) tutkimuksessa tietyissä kohteissa käytettiin valitun termisen menetelmän rinnalla harjaamista. Myös etikkahappokäsittelyn jälkeen suositellaan harjaamista kasvijätteen poistamiseksi (Neko Oy 2006). Harjaamisella on puhtaanapidon lisäksi myös rikkakasvien kasvua ennaltaehkäisevä vaikutus, sillä se poistaa siemeniä ja potentiaalista kasvualustaa.

Tanskassa on kehitetty Hansenin ym. (2004) tutkimuksen yhteydessä simulaatiomalli nimenomaan kovien pintojen kemikaalittoman rikkakasvitorjunnan suunnittelua varten (Kristensen ym. 2004). Mallin avulla voidaan arvioida erilaisten torjuntastrategioiden vaikutuksia rikkakasvien kasvuun, ja valita sen perusteella parhaiten toimiva menetelmä.

## 6 Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena on testata perinteisille herbisideille vaihtoehtoisia rikkakasvien torjuntamenetelmiä kovilla pinnoilla ja viheralueilla. Tutkimuksen kautta saadaan kokemusta ja tietoa menetelmien torjuntatehosta ja käytettävyydestä julkisilla viheralueilla ja päällystetyillä pinnoilla. Tavoitteena on myös pohtia, miten viheralueiden rikkakasvitorjuntaa voidaan jatkossa kehittää.

## 7 Clean Region-kenttäkoe

Kenttäkoe toteutettiin vuosina 2005-2007. Kokeen tarkoituksena oli testata etikkahappo- ja höyrykäsittelyjen sekä käsittelytiheyden vaikutusta rikkakasvien esiintymiseen kestopäällystetyillä koealueilla. Tutkimushypoteesina oli etikkahapon ja höyryn rikkakasvien lukumäärää vähentävä vaikutus.

### 7.1 Aineisto ja menetelmät

Koejäseniä olivat käsittelyt etikkahapolla ja höyryllä kolmella eri käsittelytiheydellä, sekä verranteena käsittelemätön kontrolli. Pääruudut edustivat käsittelyjä ja osaruudut käsittelytiheyttä. Koejärjestelynä oli satunnaistettujen lohkojen menetelmä. Käsittelyajankohtia oli kolme ja ne sijoituivat kasvukauden alkuun touko-kesäkuuhun, keskivaiheille heinäkuuhun ja loppupuolelle elo-syyskuuhun.

Vastemuuttujia kokeessa olivat rikkakasvien kokonaislukumäärän muutos ja rikkakasvien lajilukumäärän muutos. Viimeisenä vuonna havainnoitiin myös rikkakasvuston peittävyttä. Kokeen puitteissa kartoitettiin myös rikkakasvilajistoa, erityisesti yleisimpiä rikkakasveja kaduilla ja kiveyksillä. Muita huomioonotettavia seikkoja olivat päällysteiden tyyppi, ikä ja kunto suhteessa rikkakasvien määrään ja lajistoon. Myös torjuntakäsittelyjen vaikutusta päällysteiden ulkonäköön seurattiin.

Lohkot muodostuivat neljästä koealueesta eri puolilla Helsinkiä. Koealueet olivat Kirjurinpuistikko Itä-Pasilassa, Arabianmäki Hämeentien laidalla Toukolassa, Hakaniemenranta sekä Läntinen Brahenkatu Kalliossa (Liite 1). Jokaiselle koepaikalle merkittiin kolme pääruutua, eli käsittelyt I-III. Pääruudut jaettiin lisäksi kolmeen osaruutuun (1-3), jotka sijoitettiin satunnaiseen järjestykseen pääruudun sisällä. Osaruudut jaettiin edelleen havaintoruutuihin (1-16). Yhden koeruudun koko oli 48 m<sup>2</sup>, yhden osaruudun koko 16 m<sup>2</sup> ja yhden havaintoruudun koko 1 m<sup>2</sup>. Ensimmäisellä käsittelykerralla käsiteltiin koko koeruutu. Toisella käsittelykerralla käsiteltiin 2/3 koeruudusta eli osaruudut 1 ja 2 ja kolmannella 1/3 koeruudusta eli osaruutu 1. Viimeisenä vuonna käsittelyjärjestystä vaihdettiin, jolloin ensimmäisellä kerralla käsiteltiin osaruutu 1, toisella kerralla koko koeruutu ja viimeisellä kerralla osaruudut 1 ja 2. Tämä on huomioitu tulosten käsittelyssä.

Havainnot tehtiin sekä ennen käsittelyä että muutama päivä käsittelyn jälkeen. Vuosina 2006 ja 2007 havainnot tehtiin kasvukauden aikana yhteensä kuusi kertaa, ennen ja jälkeen jokaisen käsittelyn. Ensimmäisenä vuonna havainnot tehtiin neljä kertaa, kokeen alussa ja jokaisen käsittelyn jälkeen. Jokaisesta osaruudusta arvottiin kolme havaintoruutua, joista tehtiin tarkemmat havainnot. Havaintoruudut olivat joka kerralla samat. Havainnot tehtiin asettamalla 1 m<sup>2</sup> kokoinen 20 cm x 20 cm pikkuruutuihin langalla jaettu puinen kehikko merkityn havaintoruudun päälle (Kuva 3). Näin rajatulta neliön kokoiselta alueelta laskettiin elävien rikkakasvien kokonaismäärä ja määritettiin lajit vähintään suvun tarkkuudella. Lisäksi havaintoruudusta otettiin valokuva.

Rikkakasvuston peittävyttä arvioitiin niin, että koko 16 ruutua käsittävä koealue käytiin läpi ruutu ruudulta asettamalla kehikko havaintoruudun päälle, ja laskemalla monenko pikkuruudun oikean alakulman kohdalle osui rikkakasveja. Peittävyysprosentti laskettiin tästä saadun luvun avulla. Peittävyden arviointi tehtiin ainoastaan kasvukaudella 2007 Hakaniemen ja Itä-Pasilan koepaikoilla. Kallion ja Arabian koepaikoilla rikkakasvien määrä oli liian vähäinen peittävyysprosentin laskemiseen.



Kuva 3. Rikkakasvien inventointikehikko.

Kokeessa käytettävä etikkahappovalmiste oli nimeltään Neko Rikkatorjunta, ja sen etikkahappopitoisuus on  $12 \pm 0,5 \%$  (120g/l) ja alkoholipitoisuus  $< 0,4 \%$ . Käyttöliuoksen pH on 2-2,5. Etikkahappoliuoksen ohjeellinen käyttömäärä on 2,0–2,5 dl/m<sup>2</sup> ruohovartisille rikkakasveille. Sammalien ja levien kohdalla suositeltu käyttömäärä on 3,0 dl/m<sup>2</sup>. Käytännössä ruiskutusmäärät jäivät jonkin verran ohjemääriä alhaisemmiksi. Suuri osa koeruuduista oli pelkkää kiveä, missä rikkakasveja ei ollut lainkaan, joten vaikka alue kasteltiin etikkahappoliuoksella kauttaaltaan, siihen kulunut määrä oli pienempi kuin jos alueella olisi ollut kasvustoa. Ruiskutukset tehtiin mahdollisuuksien mukaan kuivalla säällä ja kasvien pinnan ollessa kuiva. Höyrykäsittelyssä käytetty laite oli nimeltään Höyrymestari, ja sitä käytetään talvisin sulatustöissä (Kuva 4). Laitteessa on höyrykehitin ja painepesuria muistuttava käsikäyttöinen suutinosä. Myös höyrykäsittelyt tehtiin pääosin poutasäällä.

Tilastolliset testit tehtiin kolmen vuoden keskiarvoista, ja tulokset testattiin havaintokerroittain. Testaus tehtiin neljältä havaintokerralta, eli tilanteesta ennen käsittelyä, ja ensimmäisen, toisen ja kolmannen käsittelykerran jälkeen. Aineiston jakauma poikkesi normaalista ja virhevarianssit olivat erisuuria, joten tilastollinen testaus tehtiin Friedmanin ei-parametrisellä varianssianalyysillä ja parittaiset vertailut Wilcoxonin testillä. Analyysit tehtiin SPSS-tilasto-ohjelmalla.



Kuva 4. Höyrykäsittelyssä käytettiin sulatustöihin suunniteltua laitteistoa.

## 7.2 Koealueiden kuvaukset

Hakaniemessä koeruutujen alue on osittain asfalttia ja osittain nupukiveä, ja päällyste on vanhaa (>10 v.). Kulutus on kohtalaista ja ympäröivä kasvillisuus vähäistä. Ruutujen välissä kasvaa kuitenkin puita. Varjostus alueella on melko vähäistä. Alueen ympäristössä on kerrostaloja ja liiketiloja.

Itä-Pasilan koeruudut olivat aukiolla, jossa päällyste on betonista sidekiveä. Päällyste on vanhaa (>10 v.) Kulutus on etikkahappokäsittelyruudun ja kontrolliruudun kohdalla vähäistä ja höyrytyskäsittelyruudun kohdalla kohtalaista. Koealueen ympäristössä on kerrostaloja ja ympäröivä kasvillisuus reunakivillä rajattuja istutuksia. Alueelle kohdistuva varjostus on melko runsasta.

Arabian koealueen päällystemateriaali vaihtelee. Koeruutujen alueella on graniittikiveä, noppakiveä ja nupukiveä. Päällysteen ikäluokitus on keskitasolla (5-10 v.) ja kulutus vähäistä. Koealue sijaitsee aukiolla, jonka ympäristössä on puistoa, asutusta ja vilkasliikenteinen tie. Välittömässä läheisyydessä oleva kasvillisuus on leikattua nurmea ja istutuksia. Varjostus on kohtalaista.

Kalliossa koepaikka sijaitsi pyöräily- ja jalankulkuväylällä. Päällyste on suurimmaksi osaksi asfalttia, mutta pyöräily- ja jalankulkukaistat on erotettu

noppakivillä. Koeruutuihin kuuluivat myös kadun reunakivet. Päälyste on vanhaa (>10 v.) ja alueelle kohdistuva kulutus suurta. Ympäröivä kasvillisuus on leikkaamatonta nurmea ja puita. Alueen ympäristössä on urheilukenttä ja kerrostaloja. Varjostus alueella on kohtalaista.

Koealueet valittiin sillä perusteella, että ne edustaisivat suhteellisen kattavasti Helsingissä käytettyjä kovia päällystemateriaaleja.

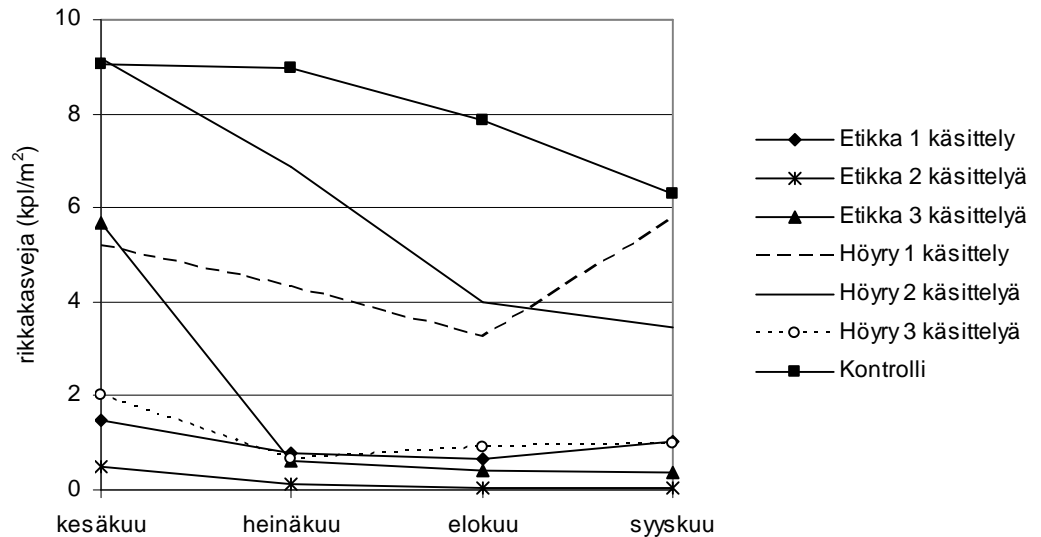
## 7.3 Tulokset

### 7.3.1 Rikkakasvien esiintyminen

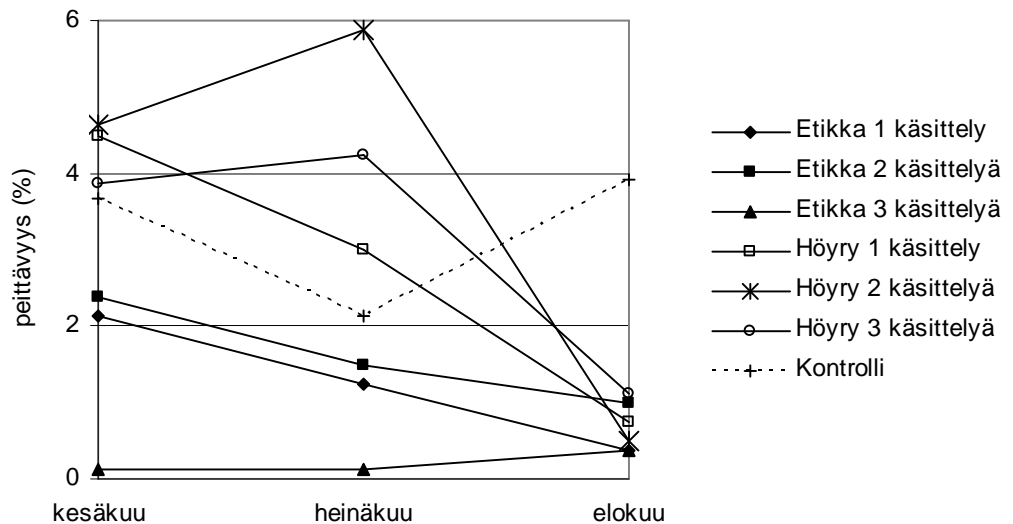
Etikkahappokäsittely vähensi rikkakasvien kokonaislukumäärää ensimmäisen ( $p=0,001$ ) ja toisen ( $p=0,026$ ) käsittelykerran jälkeen. Kolmannen käsittelykerran jälkeen eroja käsittelemättömään kontrolliin ei enää ollut havaittavissa. Erot käsittelyjen vaikutuksessa näkyivät selkeimmin kasvukauden alussa, sillä kontrolliruutujen rikkakasvimäärä laski kasvukauden loppua kohden (Kuva 5). Etikkahappokäsittelyssä kolme käsittelykertaa vähensi rikkakasvien lukumäärää eniten kaikilla havaintokerroilla. Eroja kahteen muuhun käsittelytiheyteen oli havaittavissa toisen ( $p<0,05$ ) ja kolmannen ( $p\leq 0,01$ ) käsittelykerran jälkeen.

Höyrykäsittelyssä eroja käsittelemättömään kontrolliin syntyi vasta kolmella käsittelykerralla kasvukaudessa ( $p=0,049$ ), ja ero näkyi vain kasvukauden alussa ensimmäisen käsittelykerran jälkeen.

Rikkakasvuston peittävyys oli koko kasvukauden 2007 ajan alhaisin etikkahapolla käsitellyissä ruuduissa (Kuva 6). Kasvukauden lopulla myös höyryllä käsiteltyjen ruutujen peittävyysprosentti laski selkeästi käsittelemätöntä kontrollia alhaisemmaksi. Höyryruuduissa peittävyys oli korkeimmillaan kasvukauden keskivaiheilla heinäkuussa, etikkahapporuuduissa kasvukauden alussa kesäkuussa ja kontrolliruuduissa kasvukauden lopulla elokuussa.



Kuva 5. Etikkahapon ja höyryn vaikutus rikkakasvien lukumäärään ennen käsittelyä kesäkuussa, ensimmäisen käsittelyn jälkeen heinäkuussa, toisen käsittelyn jälkeen elokuussa, ja kolmannen käsittelyn jälkeen syyskuussa, kun käsittelykertoja oli yksi, kaksi tai kolme. Tulokset ovat kolmen vuoden keskiarvoja neljältä koepaikalta.

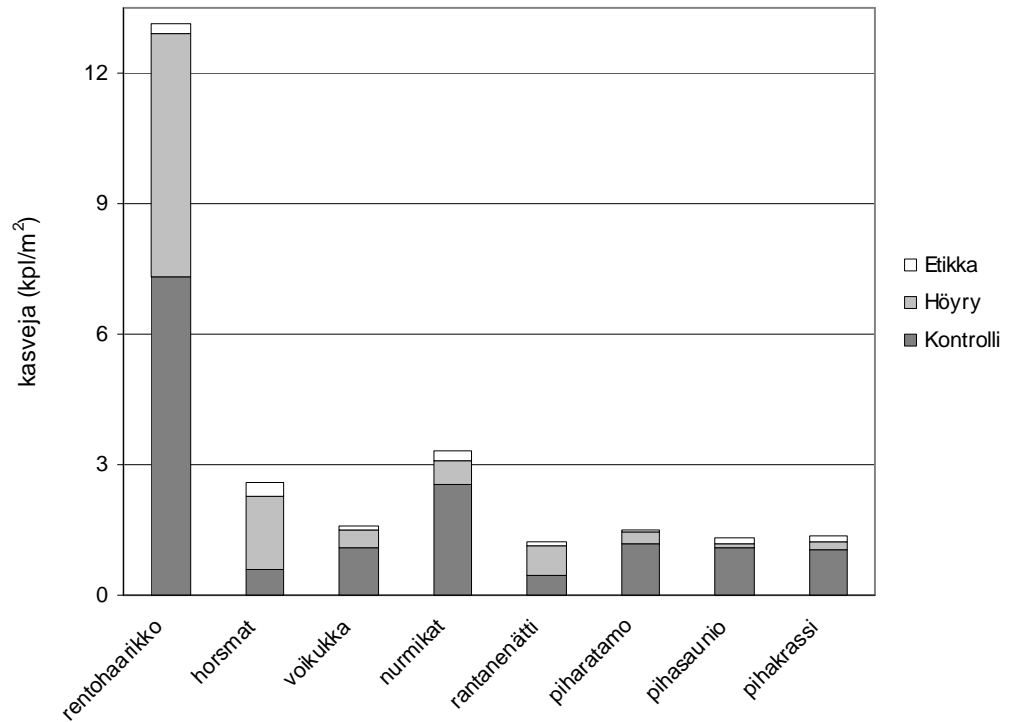


Kuva 6. Etikkahapon ja höyryn vaikutus rikkakasvuston peittävyteen (%) kolmena havainnointikertana kesä-, heinä- ja elokuussa, kun käsittelykertoja kasvukaudessa oli yksi, kaksi ja kolme. Tulokset ovat keskiarvoja kasvukauden 2007 tuloksista Hakaniemen ja Itä-Pasilan koepaikoilla.

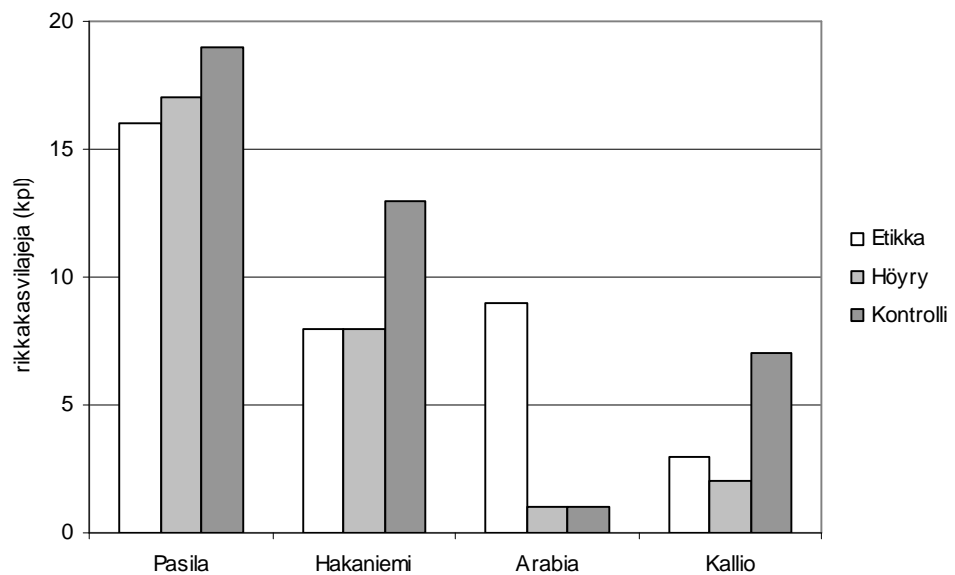
### 7.3.2 Lajisto

Molemmilla torjuntakäsittelyillä oli vaikutusta koepaikkojen rikkakasvilajistoon lähes koko kasvukauden ajan. Kolme etikkahappokäsittelyä kasvukaudessa vähensi kasvilajien lukumäärää eniten kaikilla havaintokerroilla ( $p < 0,001$ ). Kaikki käsittelytiheydet vaikuttivat lajimääriin ensimmäisen ja toisen käsittelykerran jälkeen ( $p < 0,05$ ), mutta yhden etikkahappokäsittelyn alkukesästä saaneissa ruuduissa ei enää kasvukauden lopussa ollut eroja käsittelemättömään kontrolliin ( $p = 0,095$ ). Höyrykäsittelyssä vaikutus ilmeni vain tiheimmällä käsittelyrytmillä. Kolmella käsittelykerralla kasvukaudessa vaikutusta rikkakasvien lajimääriin oli ensimmäisen ( $p = 0,013$ ) ja toisen ( $p = 0,012$ ) käsittelykerran jälkeen, mutta kasvukauden lopussa eroja käsittelemättömään kontrolliin ei enää ollut havaittavissa ( $p = 0,548$ ).

Koepaikkojen yleisin laji kaikissa käsittelyissä oli rentohaarikko (Kuva 7). Muita tavallisia lajeja koepaikoilla olivat nurmikot, horsmat, pihasaunio, rantanenätti (*Rorippa palustris* L.), pihakrassi, piharatamo ja voikukat. Näistä kaikki muut olivat yleisiä sekä Hakaniemen että Pasilan koepaikoilla, mutta rantanenätti kasvoi vain Pasilassa. Lajikirjo oli laajin Pasilan koepaikalla, ja edellämainittujen lisäksi siellä kasvoi mm. pihatähtimöä, leskenlehteä, lutukkaa, villakoita (*Senecio* spp.), peltolemmikkiä (*Myosotis arvensis* L.), kissankitaa (*Chaenorhinum minus* L.), valvattia (*Sonchus* spp.), kanadankoiransilmää (*Conyza canadensis* L.) ja jauhosavikkaa. Hakaniemessä tyypillisiin lajeihin kuuluivat edellisten lisäksi pihatatar, villakot ja lutukka. Kallion ja Arabian koepaikoilla lajikirjo oli vaatimattomampi kuin Pasilassa ja Hakaniemessä (Kuva 8). Nurmikat ja nadat (*Festuca* spp.) olivat Arabian tyypillisimmät rikkakasvit, mutta yksittäisinä kasveina siellä esiintyi myös ahosuolaheinää (*Rumex acetosella* L.), kanadankoiransilmää, lutukkaa, horsmaa, pihatatarta ja jauhosavikkaa. Kalliolla esiintyi nurmikoiden lisäksi pihatatarta, ja yksittäisinä kasveina muun muassa piharatamo, pihasauniota, lutukkaa, rentohaarikkoa ja kaljukultasadetta (*Laburnum alpinum* Mill.).



Kuva 7. Kahdeksan tavallisimman rikkakasvilajin keskimääräinen lukumäärä neliometriä kohden kasvukauden lopussa etikka- ja höyrykäsittelyissä sekä käsittelemättömässä kontrollissa.



Kuva 8. Pasilan, Hakaniemen, Arabian ja Kallion koepaikoilla kolmen vuoden aikana esiintyneiden rikkakasvilajien lukumäärät eri käsittelyissä.

Etikkahappokäsittelyllä saatiin useimmiten yksivuotiset lajit torjuttua. Esimerkiksi Hakaniemen koepaikalla rentohaarikko katosi etikkahapporuuduista kokonaan kolmanteen vuoteen mennessä. Myös pihasaunion esiintyminen väheni kokeen edetessä etikkahapolla käsitellyillä alueilla. Sitkeämmät lajit, kuten voikukka ja pihakrassi, pitivät pintansa toistuvista käsittelyistä huolimatta. Täysikasvuisiksi ehtineet voikukkayksilöt lähtivät kasvuun uudestaan pian käsittelyn jälkeen, vaikka maanpäällinen osa kasvusta oli tuhoutunut.

Höyrykäsittelyssä tiettyjen lajien karsiutumista ei ollut havaittavissa. Höyryllä käsitellyissä ruuduissa runsaslukuisimpina esiintyivät rentohaarikko, horsmat, nurmikat ja rantanenätti. Myös voikukka menestyi ruuduissa hyvin toistuvista käsittelyistä huolimatta.

Sammalien esiintymistä koepaikoilla havainnoitiin vain silmämääräisesti, eikä niitä laskettu mukaan rikkakasvien laji- tai kappalemääriin. Erityisesti Arabian ja Pasilan koepaikoilla oli muiden rikkakasvien lisäksi runsaasti sammalta kokeen alkaessa. Kokeen päätyttyä sammal oli kadonnut etikkahapolla käsitellyistä ruuduista ja vähentynyt huomattavasti myös höyryllä käsitellyissä ruuduissa. Erityisen selvästi tämä oli nähtävissä Arabian koepaikalla etikkahapolla käsitellyissä ruuduissa (Kuvat 9 ja 10).

### 7.3.3 Muut havainnot

Kokeessa seurattiin myös käsittelyjen vaikutusta päällysteiden ulkonäköön. Pasilan koepaikalla sekä höyryllä että etikkahapolla käsitellyt alueet erottuivat ympäristöstään vaaleampina (Kuva 11). Pasilassa päällyste on betonista sidekiveä, ja tutkimusten mukaan etikkahapolla saattaa olla vaikutusta betonipintojen ulkonäköön. Höyrykäsittelyn vaikutus päällysteen ulkonäköön voi selittyä sillä, että käsittely muistuttaa pesua, jolloin käsitelty alue erottuu ympäristöstään puhtaampana.



Kuva 9. Arabian koepaikalla etikkahapolla käsitelty koealue erottuu selkeästi ympäristöstä noin neljä kuukautta kokeen päättymisen jälkeen.



Kuva 10. Etikkahappokäsittelyn ruudun raja Arabian koepaikalla neljä kuukautta kokeen päättymisen jälkeen. Yläreunassa käsittelemätöntä aluetta, alareunassa kahdesti kasvukaudessa käsiteltyä ruutua.

Päällysteiden iän vaikutusta rikkaruohottuneisuuteen pohdittiin vertaamalla kokeen nuorinta päällystettä Arabianmäen koepaikalla muiden koepaikkojen keskenään suunnilleen samanikäisiin päällysteisiin. Arabianmäen päällyste oli osittain samantyyppistä nupukiveä kuin Hakaniemessä, joten vertailu oli luontevinta näiden kesken. Hakaniemessä esiintyi huomattavasti enemmän rikkakasveja kuin Arabianmäessä. Tähän on voinut vaikuttaa paitsi päällysteiden ikäerot, myös suurempi leviämislähteiden määrä Hakaniemen koepaikalla koeruutujen läheisyydessä. Hakaniemessä kiveys oli myös paikoin vajonnut ja huonommassa kunnossa verrattuna Arabianmäkeen.



Kuva 11. Pasilan koalue. Vasemmalla puolella on höyryllä käsitelty ruutu ja oikealla puolella etikkahapolla käsitelty ruutu. Kuvan oikeassa alareunassa näkyy käsittelemätöntä aluetta.

#### 7.4 Tulosten tarkastelu

Sekä etikkahapolla- että höyrykäsittelyillä oli tässä kokeessa rikkakasveja torjuvaa vaikutusta. Etikkahapolla saatiin parempia tuloksia kuin höyrykäsittelyllä. Paras torjuntavaikutus saatiin kolmella käsittelykerralla kasvukaudessa. Hanssonin ym. (1994) mukaan etikkahapolla tarvitaan 3-4 käsittelyä kasvukaudessa halutun tason ylläpitämiseksi kovilla pinnoilla. Etikkahapon säännöllistä käyttöä ajatellen

voidaan tämän kokeen perusteella sanoa, että kaksi tai kolme oikein ajoitettua käsittelyä kasvukaudessa riittää torjumaan rikkakasvit koepaikkojen kaltaisilta alueilta. Rikkakasvilajisto vaikuttaa torjunnan onnistumiseen, sillä monivuotiset lajit, kuten voikukka, kasvoivat uudestaan käsittelyn jälkeen, vaikka lehdistö tuhoutui käsittelyssä. Toisaalta etikkahapon käyttömäärä kokeessa ei ollut vakioitu, ja kokeen kahtena jälkimmäisenä vuonna käytetty etikkahappomäärä oli lähes kaikilla ruiskutuskerroilla alhaisempi kuin suositus 2,5 dl/m<sup>2</sup>. Ensimmäisenä koevuonna ruiskutusmäärää ei havainnoitu. Ohjeenmukaisilla käyttömäärillä torjuntateho myös monivuotisiin kasveihin olisi voinut olla parempi.

Höyrykäsittelyssä kolme käsittelykertaa kasvukaudessa tuotti parhaan tuloksen. Yhdellä ja kahdella käsittelykerralla ei saavutettu toivottua vaikutusta. Termisiä menetelmiä käytettäessä tarvitaan tunnetusti useampia käsittelykertoja kasvukaudessa halutun torjuntatehon saavuttamiseksi. Hanssonin ja Ascardin (2002) liekitystä ja kuumavesikäsittelyä kovien pintojen rikkakasvitorjunnassa vertaileessa tutkimuksessa tarvittiin jopa kuusi käsittelyä kasvukaudessa rikkakasvien pitämiseksi halutulla tasolla (korkeus enintään 30-50 mm). Samassa tutkimuksessa todettiin kuumavesikäsittelyn vaikutuksen näkyvän kasvustossa vain 2-3- viikkoa, mikäli lajistossa oli monivuotisia rikkakasvilajeja. Yksivuotisten lajien kohdalla vaikutus saattoi säilyä jopa seuraavaan kasvukauteen, mikäli käytetty annos oli riittävän suuri.

Rikkakasvien höyryttäminen tuotti melko vaihtelevia tuloksia. Höyrykäsittelyssä käytetty laitteisto ei ollut rikkakasvien torjuntaan kehitetty, ja se aiheutti joitakin käytännön ongelmia koealueiden tasaisessa käsittelyssä. Laitteen suutin on pieni, ja riittävän torjuntavaikutuksen saamiseksi alue olisi käsiteltävä mahdollisimman tarkasti kauttaaltaan. Höyry tuli ulos suuttimesta suurella paineella, ja runsas höyryn määrä vaikeutti tarkkaa työskentelyä. Tästä johtuen osa alueesta saattoi saada pienemmän lämpöannoksen, jolloin torjuntavaikutus oli epätasainen. Tulokset antavat kuitenkin viitteitä siitä, että myös höyrykäsittelyllä voidaan menestyksekkäästi torjua rikkakasveja kovilta pinnoilta, mutta riittävä torjuntatulokset vaatii useamman käsittelyn kasvukaudessa.

Koepaikoilla rikkakasvien määrä vaihteli runsaasti havaintoruutujen välillä, ja se johtui osittain koepaikkojen olosuhteista. Jotkut havaintoruuduista olivat hyvin lähellä rikkakasvien leviämislähteitä, ja joissain ruuduissa paljaan maan osuus oli suurempi kuin useimmissa muissa havaintoruuduissa samalla koepaikalla. Näissä ruuduissa rikkakasvien määrä oli yleensä suuri. Osassa havaintoruuduista alueelle kohdistuva kulutus oli huomattavasti suurempaa kuin saman koepaikan muissa ruuduissa, tai havaintoruutu saattoi olla pelkkää asfalttia, jolloin rikkakasveja ei välttämättä ollut ruudussa lainkaan. Tästä aiheutui suurta vaihtelua aineistoon, ja sillä on vaikutusta tilastollisten testien voimakkuuteen ja luotettavuuteen. Kokeen tulosten tulkinnessa on pyritty hyödyntämään myös silmämääräisiä havaintoja.

Tulosten keräämisessä havainnollisempi tapa olisi ollut havainnoida tarkemmin rikkakasvien peittävyttä sen sijaan, että laskettiin vain rikkakasvien lukumäärää. Pienikokoisia lajeja, kuten rentohaarikkoa, esiintyi runsaasti esimerkiksi Hakaniemen koepaikalla, ja lukumäärät kohosivat jopa useisiin satoihin yhdessä havaintoruudussa. Sen sijaan voikukkaa, joka on suurikokoinen kasvi, oli yleensä vain muutamia kappaleita, mutta sen peittävyys on moninkertainen verrattuna pieniin lajeihin. Peittävyysprosentit koko koeruutujen alueelta arvioitiin vasta kokeen viimeisenä vuonna.

## 8 Kasvihuonekoe koivutisleellä ja mäntyöljyllä

Kokeen tarkoitus oli verrata koivutisleen, mäntyöljyn ja etikkahapon vaikutuksia kahteen rikkakasvilajiin eri kehitysvaiheissa ja eri pitoisuuksilla. Koe toteutettiin Viikissä Helsingin yliopiston kasvihuoneilla keväällä 2007. Tutkimushypoteesina oli torjunta-aineiden tappava tai rikkakasvien kasvua heikentävä vaikutus. Vaikutuksen voimakkuuden oletettiin riippuvan rikkakasvin kasvuvaiheesta ja torjunta-aineen pitoisuudesta.

## 8.1 Aineisto ja menetelmät

Koejäsenet olivat käsittelyt koivutisleellä, mäntyöljyllä, etikkahapolla ja verranteena käsittely vedellä. Lisäksi kokeessa oli mukana tolukontrolli, sillä tolua käytettiin mäntyöljyn laimentamisen helpottamiseksi. Aineiden vaikutusta testattiin kolmen ja viiden viikon ikäisiin kasveihin. Koe tehtiin kahdella kasvilajilla, jotka olivat pihasaunio (*Matricaria matricarioides* Less.) ja punanata (*Festuca rubra* L.). Koejärjestely oli täydellisesti satunnaistettu koe ja kerranteita oli neljä (Liite 2). Kummallekin kasvilajille järjestettiin omat vastaavat kokeet. Vastemuuttujia kokeessa olivat kasvien kuolleisuusprosentti, pituus sekä tuore- ja kuivapainot.

Pituus mitattiin ennen käsittelyä ja viisi päivää käsittelyn jälkeen. Pituusmittaus tehtiin jokaisen kasviyksilön pisimmästä lehdestä 0,5 cm:n tarkkuudella. Kuolleisuus määritettiin silmämääräisesti viiden päivän kuluttua käsittelystä. Lisäksi mitattiin uudelleen lehtien pituus. Kasvien tuorepaino punnittiin viiden päivän kuluttua käsittelystä. Tämän jälkeen kasveja kuivattiin noin 75 °C:n lämpötilassa 2-4 vrk, jonka jälkeen ne punnittiin uudelleen. Kuivapainot punnittiin vain viiden viikon ikäisistä kasveista.

Aineet levitettiin tavallisella käsikäyttöisellä ruiskupullolla. Ruiskutettu määrä oli 2,3 dl/m<sup>2</sup>. Etikkaruiskutus tehtiin erillisessä tilassa, jotta vältettäisiin mahdolliset vaikutukset muihin kasveihin. Muut ruiskutukset tehtiin erillisellä pöydällä samassa huoneessa. Käsittelyjen jälkeen eri aineilla käsitellyt ruukut asetettiin omiin pöydänpuoliskoihinsa kuivumaan.

Kokeessa käytetty mäntyöljy oli Forchem Oy:n valmistama for10 distilled tall oil, jonka hartsihappopitoisuus on 10 %. Koivutisle oli Charcoal Finland Oy:n valmistamaa. Käsittelypitoisuudet olivat etikkahapolla 12 %, koivutisleellä 30, 60 ja 80 % ja mäntyöljyllä 5, 10, 50 ja 80 %. Öljyseoksiin lisättiin tolua 10 %, joka oli myös tolukontrollin pitoisuus. Määrä vastaa desinfiointiväkevyyttä puhdistuskäytössä. Kokeessa käytetty etikkahappo oli nimeltään Neko Rikkatorjunta, ja sen etikkahappopitoisuus on 12 ± 0,5 % (120g/l) ja alkoholipitoisuus < 0,4 t- %. Käyttöliuoksen pH on 2-2,5.

Koekasvien siemenet olivat kesällä 2006 kerättyjä luonnonkantoja ja ne toimitti Ahon Alku Ky. Kasvilajien valinnan perusteina oli niiden yleisyys Helsingin

kaduilla, siementen saatavuus ja nopea ja riittävän tasainen itävyys alustavassa idätyskokeessa. Siemenet kylvettiin kahdessa erässä kahden viikon välein. Siemeniä kylvettiin ylimäärin ja myöhemmin kasvusto harvennettiin haluttuun tiheyteen. Kylvön jälkeen ruukut kasteltiin ja peitettiin muovilla noin viikoksi, kunnes kasvit olivat taimettuneet. Ruukkuja oli yhteensä 80 kpl/kasvilaji ja jokaisessa ruukussa oli neljä samassa kasvuvaiheessa olevaa kasvia, jotka muodostivat yhden havaintoyksikön. Ruukkukoko oli 1,5 l ja kasvualusta Kekkilän karkea ruukutusseos. Kasvihuoneen päivälämpötilaksi oli säädetty 16–18 °C ja yölämpötilaksi 12–15 °C. Kasveja kasteltiin tarpeen mukaan, lannoitusta ei annettu. Päivänpituus huoneessa oli 12 h.

Tuloksista tehtiin tilastolliset analyysit käyttäen SPSS-tilasto-ohjelmaa. Kuolleisuus analysoitiin  $\chi^2$ -testillä ja kasvien pituudet ja painot varianssianalyysillä. Kuolleisuutta analysoitaessa havaintoyksikkönä käytettiin yksittäisiä kasveja ruukkukohtaisten havaintojen sijaan. Punanadalla tuore- ja kuivapainon kohdalla varianssianalyysin oletukset eivät toteutuneet, joten niistä ei testejä tehty. Parittaiset vertailut tehtiin Dunnettin testillä, jossa käsittelyjä verrattiin vesikontrolliin. Osassa aineistosta virhevarienssit olivat erisuuria, jolloin parittainen vertailu tehtiin Dunnettin T3-testillä.

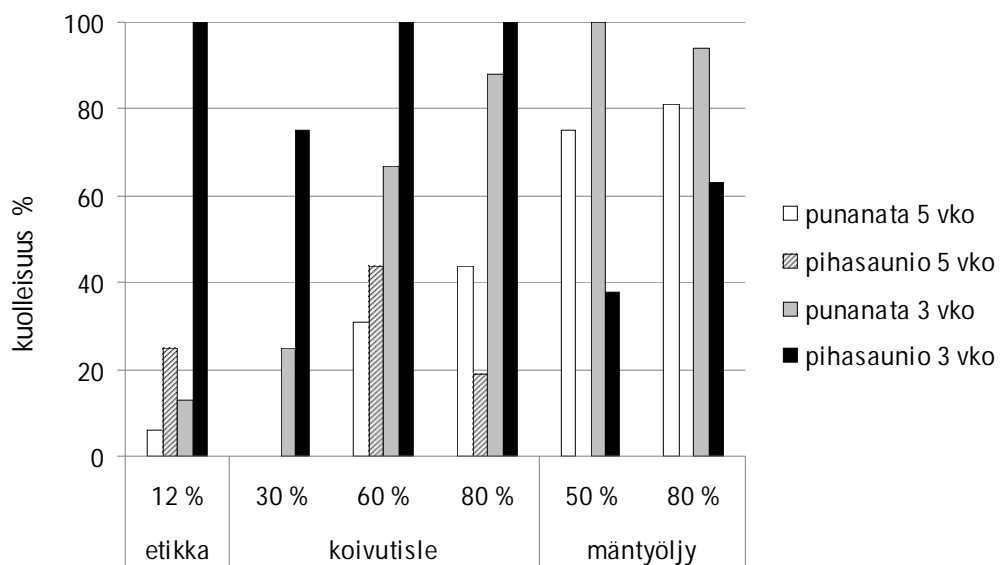
## 8.2 Tulokset

Kuolleisuus riippui torjunta-aineen pitoisuudesta sekä koivutisleellä että mäntyöljyllä käsitellyillä kasveilla molemmissa kasvuvaiheissa ( $p < 0,001$ ). Kuolleisuus oli suurinta 50- ja 80-prosenttisella mäntyöljyllä ja 60- ja 80-prosenttisella koivutisleellä käsitellyillä kasveilla, eikä näiden käsittelyjen välillä ollut eroja kuolleisuudessa kummassakaan kasvuvaiheessa. Kasvuvaiheella oli vaikutusta kaikkien torjunta-aineiden tehoon, varhaisemmassa kasvuvaiheessa olevat kasvit kuolivat useammin kaikilla torjunta-aineilla ja pitoisuuksilla lukuun ottamatta kahta alhaisinta mäntyöljypitoisuutta (5 % ja 10 %), joilla kummankaan lajin kasvit eivät kuolleet lainkaan. Kun otetaan huomioon molemmat kasvilajit ja kasvuvaiheet, suurin kuolleisuusprosentti, 56 %, saavutettiin 80-prosenttisella koivutisleellä. Mäntyöljyllä saavutettiin 53 % kuolleisuus 50- ja 80-prosenttisillä laimennoksilla. 60-prosenttisellä koivutisleellä

kuolleisuus oli 52 %. Etikkahapolla käsitellyissä kasveissa kuolleisuusprosentti oli 36 %.

Kasvilajikohtaisen tarkastelun perusteella pihasaunioihin tehoosi molemmissa kasvuvaiheissa parhaiten 60- ja 80-prosenttinen koivutisle sekä etikkahappo. 60- ja 80-prosenttisen koivutisleen ja etikkahapon teho kolmeviikkosiin pihasaunioihin oli 100 % (Kuva 12). Mäntyöljyn teho pihasaunioihin oli heikompi, eivätkä viisiviikkoiset pihasauniot kuolleet korkeimmillakaan pitoisuuksilla käsiteltäessä.

Punanataan tehoosi parhaiten 50- ja 80-prosenttinen mäntyöljy sekä 80-prosenttinen koivutisle molemmissa kasvuvaiheissa. 30-prosenttinen koivutisle ei tappanut punanadan taimia kummassakaan kehitysvaiheessa. Etikkahapon teho punanataan oli melko heikko molemmissa kasvuvaiheissa, ja kuolleisuus oli nuorillakin kasveilla vain 25 % (Kuva 12).

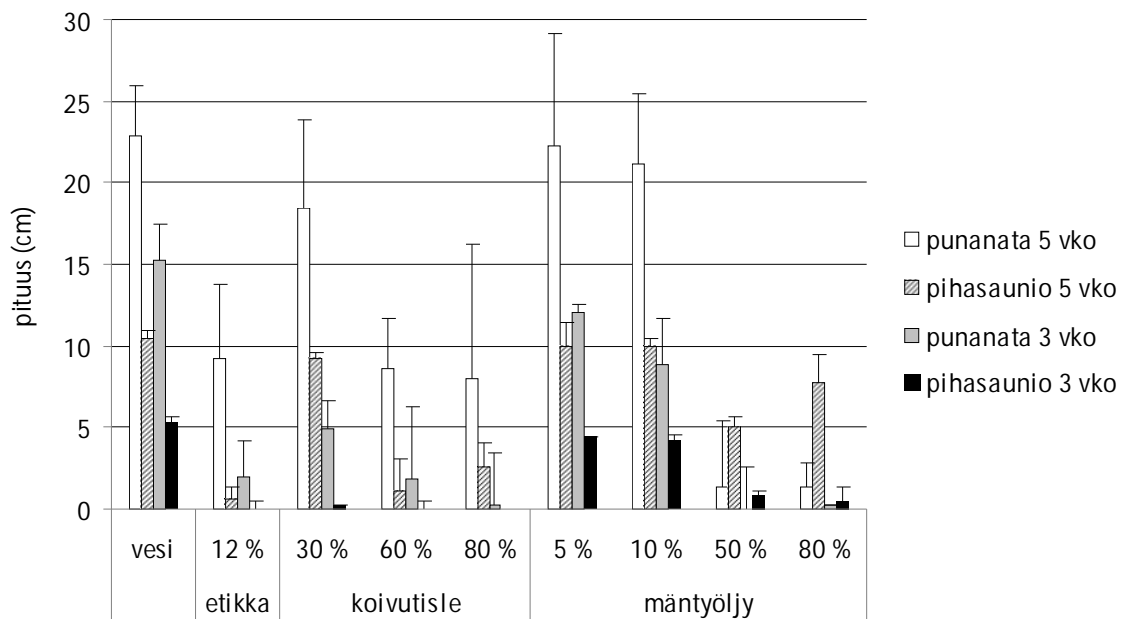


Kuva 12. Etikkahapon, koivutisleen ja mäntyöljyn vaikutukset punanadan ja pihasaunio kolmen ja viiden viikon ikäisten taimien kuolleisuuteen.

Kasvien pituuskasvuun vaikuttivat eniten 50- ja 80 -prosenttinen mäntyöljy, 60- ja 80 -prosenttinen koivutisle sekä etikkahappo (Kuva 13). Viiden viikon ikäisillä pihasaunioilla eroja käsittelemättömään kontrolliin syntyi etikkahapolla, 60-

prosenttisella koivutisleellä ja 50-prosenttisella mäntyöljyllä ( $p<0,05$ ). Kolmen viikon ikäisillä pihasaunioilla eroja kontrolliin syntyi etikkahapolla, koivutisleellä kaikilla pitoisuuksilla ja mäntyöljyllä 50- ja 80-prosenttisilla laimennoksilla käsitellyissä kasveissa ( $p<0,01$ ).

Viiden viikon ikäisillä punanadoilla kasvien pituudet erosivat vedellä käsitellyistä kasveista etikkahapolla, 60- ja 80-prosenttisella koivutisleellä sekä 50- ja 80-prosenttisella mäntyöljyllä käsitellyissä kasveissa ( $p<0,01$ ). Koivutisleen ja mäntyöljyn laimeimmilla pitoisuuksilla ei ollut vaikutusta kasvien pituuteen tässä kasvuvaiheessa. Nuoremmilla, kolmen viikon ikäisillä taimilla myös laimeammat pitoisuudet vaikuttivat kasvien pituuskasvuun 5-prosenttista mäntyöljyä lukuun ottamatta ( $p<0,05$ ).

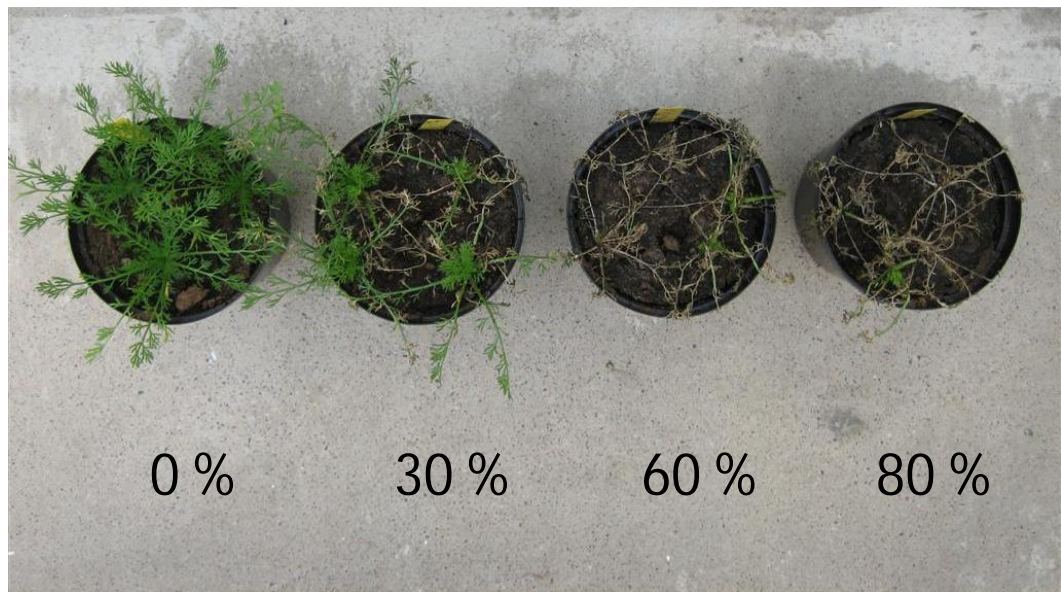


Kuva 13. Etikka-, koivutisle- ja mäntyöljykäsittelyjen vaikutukset punanadan ja pihasaunio kolmen ja viiden viikon ikäisiin taimiin. Pystyjanat kuvaavat keskihajontaa.

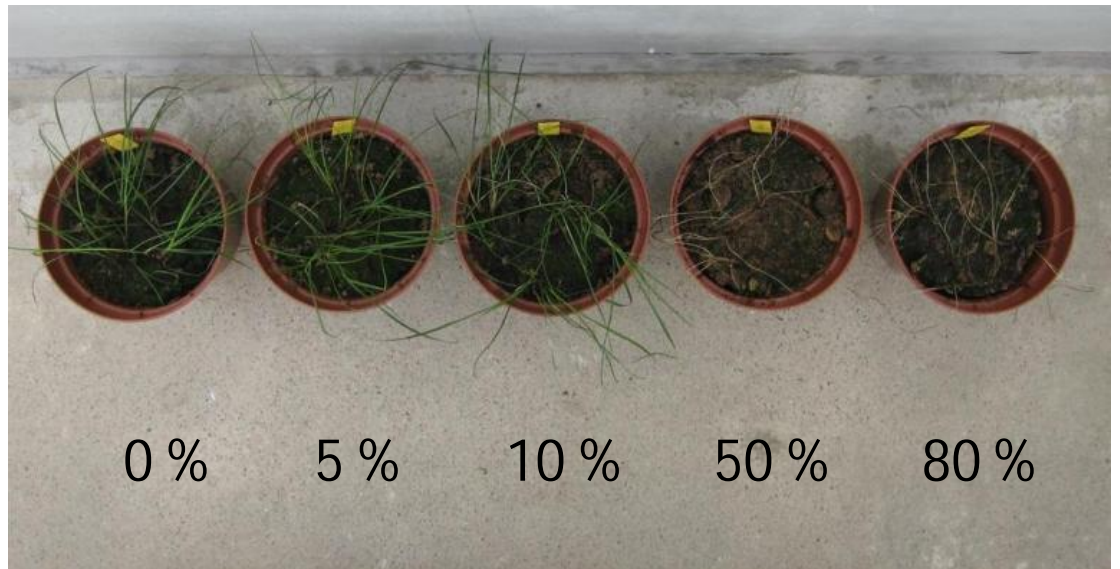
Viiden viikon ikäisillä pihasaunioilla havaittiin eroja tuorepainoissa kaikilla käsittelyillä paitsi 5 % ja 10 % mäntyöljypitoisuuksilla ( $p<0,01$ ). Kuivapainot

erosivat kontrollista etikkahapolla sekä 60- ja 80-prosenttisella koivutisleellä käsitellyissä kasveissa ( $p < 0,05$ ). Mäntyöljyllä käsitellyissä kasveissa kuivapainoeroja ei havaittu. Mäntyöljyllä käsiteltyjen kasvien pinta oli selvästi öljyinen vielä kuivaamisen jälkeen punnitsemisvaiheessa, ja sillä on saattanut olla vaikutusta kasvien painoon.

Silmämääräisen arvioinnin perusteella koivutisleellä saavutettiin paras torjuntateho 60- ja 80-prosenttisillä laimennoksilla, eikä suuria eroja näiden kahden laimennoksen välillä ilmennyt (Kuva 14). Etikkahapon teho pihasaunioon oli kohtuullinen myöhäisemmässäkin kasvuvaiheessa (Kuva 16). Mäntyöljy tehoi paremmin punanataan kuin pihasaunioon, ja paras torjuntatuloks saatiin 50- ja 80-prosenttisillä laimennoksilla (Kuva 15).



Kuva 14. 30-, 60- ja 80-prosenttisen koivutisleen vaikutukset viiden viikon ikäisiin pihasaunioihin noin viikko käsittelyn jälkeen.



Kuva 15. 5-, 10-, 50- ja 80-prosenttisen mäntyöljyn vaikutukset viiden viikon ikäisiin punanatoihiin noin viikko käsittelyn jälkeen.



Kuva 16. 12-prosenttisen etikkahapon vaikutus viiden viikon ikäisiin pihasaunioihin noin viikko käsittelyn jälkeen. Vasemmalla puolella vedellä käsitelty kontrollitaimi.

### 8.3 Tulosten tarkastelu

Kasvihuonekokeessa parhaat torjuntatulokset saavutettiin korkeimmilla koivutisle- ja mäntyöljypitoisuuksilla. Alhaisilla mäntyöljypitoisuuksilla ei ollut vaikutusta rikkakasveihin. Koivutisle tehosi 30-prosenttisenä laimennoksena kohtuullisesti vain kolmeviikkosiin pihasaunioihin. Torjunta-aineiden tehossa ilmeni joitakin kasvilajikohtaisia eroja. Etikkahappo tehosi erittäin hyvin nuoriin pihasaunioihin, mutta sen teho punanataan osoittautui heikoksi. Myös koivutisle tehosi hyvin kaksisirkkaiseen pihasaunioon, mutta mäntyöljy osoittautui muita torjunta-aineita tehokkaammaksi yksisirkkaista punanataa vastaan. Kaikilla torjunta-aineilla oli kuitenkin molempia kasvilajeja torjuvaa vaikutusta. Youngin (2004) tutkimuksessa etikkahappovalmisteella, kasviperäisiä eteerisiä öljyjä sisältävällä valmisteella ja mäntyöljyvalmisteella saatiin kaikilla rikkakasveja torjuva vaikutus tienvarsilla tehdyssä kokeessa, mutta myös hän havaitsi etikkahapon tehoavan öljyvalmisteita heikommin joihinkin heiniin.

Kasvuvaiheella oli merkitystä torjunnan tehon kannalta, varhaisemmassa kasvuvaiheessa olevat kasvit kärsivät käsittelyistä enemmän verrattuna vanhempiin kasveihin. Tätä tukee Hanssonin ym. (1994) tutkimus, jossa todettiin etikkahapon tehoavan voimakkaimmin nuoriin kasveihin. Kontaktivaikutteisen torjunta-aineen tehoon luonnollisesti vaikuttaa kasvin pinta-ala, sillä parhaan torjuntavaikutuksen saamiseksi koko kasvi olisi kastettava torjunta-aineella.

## 9 Kenttäkoe koivutisleellä ja mäntyöljyllä

Kokeen tarkoituksena oli testata koivutislettä ja mäntyöljyä rikkakasvien torjunnassa käytännössä, ja se toteutettiin kesän 2007 aikana. Kokeella haluttiin selvittää torjunta-aineiden vaikutusta rikkakasvien lukumäärään ja lajistoon katetulla ja kattamattomalla alustalla. Tutkimushypoteesina oli koivutisleen ja mäntyöljyn etikkahappoon verrattava rikkakasveja torjuva vaikutus pehmeillä pinnoilla.

## 9.1 Aineisto ja menetelmät

Koe tehtiin puistoalueella nuorehkojen puiden tyvillä. Koejäseniä ovat käsittelyt mäntyöljyllä, koivutisleellä ja etikkahapolla (Neko Rikkatorjunta) ja verranteena ei käsittelyä. Koejärjestelynä oli täydellisesti satunnaistettu koe. Käsittelyt tehtiin kahdesti kesän aikana noin kuuden viikon välein, 18.7. ja 27.8.2007. Vastemuuttujia kokeessa olivat rikkakasvien lukumäärän muutos ja lajien lukumäärän muutos. Rikkakasvuston peittävyttä arvioitiin silmämääräisesti tammimetsän koepaikalla. Havainnot tehtiin ennen käsittelyä ja muutama päivä käsittelyjen jälkeen, yhteensä neljä kertaa kasvukauden aikana. Lisäksi seurattiin, onko käsittelyillä välittömiä vaikutuksia puihin, joiden tyvillä käsittelyt tehtiin. Vaikutuksia ei kuitenkaan ilmennyt.

Koealueita oli kaksi, Koreankadun tammimetsä ja Arabianmäen puisto, jotka molemmat sijaitsevat Helsingin Toukolassa. Arabianmäen puistossa kasvaa erilaisia hedelmä- ja koristepuita. Koetta varten puistosta valittiin 28 puuta, jotka olivat suunnilleen samanikäisiä. Puut arvottiin neljään eri käsittelyyn, jolloin jokaiseen käsittelyyn tuli seitsemän puuyksilöä. Puiden tyvet oli katettu kuorikkeella ja ne olivat osittain rikkaruohottuneet. Alue on aiemmin pidetty kunnossa pääasiassa kitkemällä. Tyvialueiden pinta-ala mitattiin ja rikkakasvimäärä suhteutettiin siihen.

Koreankadun tammimetsä Annalan puistoalueen laidalla on vuonna 2005 kunnostettu alue, jonne on vuonna 2006 istutettu tammia (*Quercus robur* L.) ja lehmuksia (*Tilia* spp.). Kokeeseen valittiin 32 puuta, jotka arvottiin eri käsittelyihin. Jokaiseen käsittelyyn tuli kahdeksan havaintoyksikköä. Puiden ympärille merkittiin 1 m<sup>2</sup>:n alue, joka käsiteltiin ja jolta tehtiin rikkakasvihavainnot. Tammimetsän alueelle on tuotu runsaasti täyttömaata ja siellä on myös runsaasti rikkakasveja. Alue on pidetty kunnossa niittämällä kerran kasvukaudessa.

Koivutisleen ja mäntyöljyn pitoisuus ensimmäisessä käsittelyssä oli 60 % ja toisessa 40 %. Mäntyöljyseokseen lisättiin 10 % tolua laimentamisen helpottamiseksi. Etikkahappovalmisteen (Neko Rikkatorjunta) pitoisuus oli 12 %. Aineet levitettiin koealueelle reppuruiskulla ja käsittelyt tehtiin poutasäällä. Ensimmäisessä käsittelyssä käyttömäärä oli noin 2,5 dl/m<sup>2</sup>. Tämä todettiin

käytännössä riittämättömiksi, sillä rikkakasveja ei saatu kasteltua kokonaan, mikä on oleellista kontaktiin perustuvan aineen tehokkuuden kannalta. Toisella käsittelykerralla koivutisleen ja mäntyöljyn käyttöliuosten väkevyyttä laskettiin ja käyttömäärää lisättiin. Vaikuttavan aineen määrä pinta-alayksikköä kohden ei oleellisesti muuttunut.

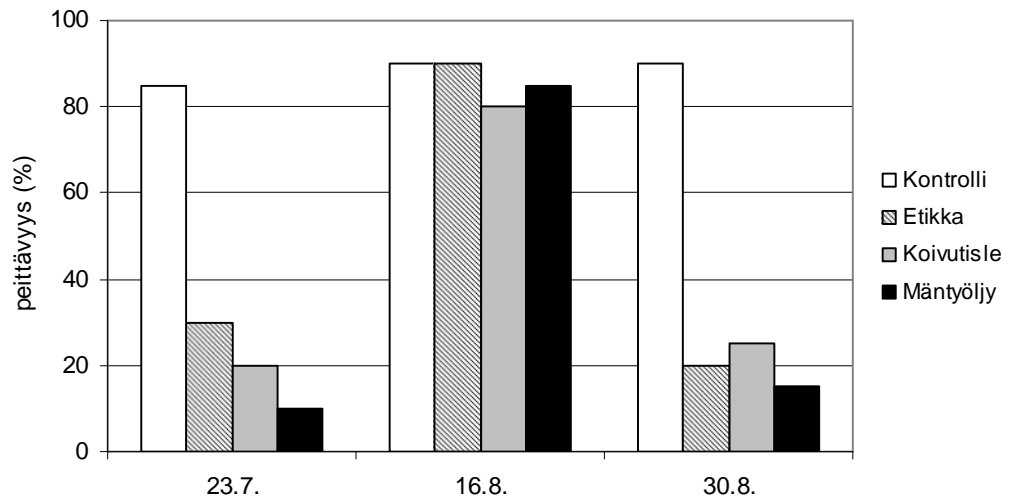
Koreankadun tammimetsän koealue niitettiin kertaalleen kesän aikana ennen käsittelyjen aloittamista. Tällä on mahdollisesti ollut vaikutusta alueen rikkakasveihin, vaikka se ei suoranaisesti vaikuttanut torjuntatehon arvioimiseen. Tammimetsän puita myös kasteltiin kesän aikana. Arabianmäen puistossa ensimmäinen käsittely epäonnistui osittain, sillä ruiskutusmäärä arvioitiin väärin muutaman koeyksikön kohdalla. Tämä on otettu huomioon tulosten käsittelyssä. Toisella käsittelykerralla Koreankadun tammimetsässä kasvuston pinta oli märkä ja tämä on voinut laimentaa torjunta-aineita ja heikentää niiden tehoa.

Tulokset testattiin tilastollisesti varianssianalyysillä ja parittaiset vertailut tehtiin Dunnettin testillä, jossa käsittelyjen tuloksia verrattiin käsittelemättömän kontrollin tuloksiin.

## 9.2 Tulokset

### 9.2.1 Rikkakasvien esiintyminen

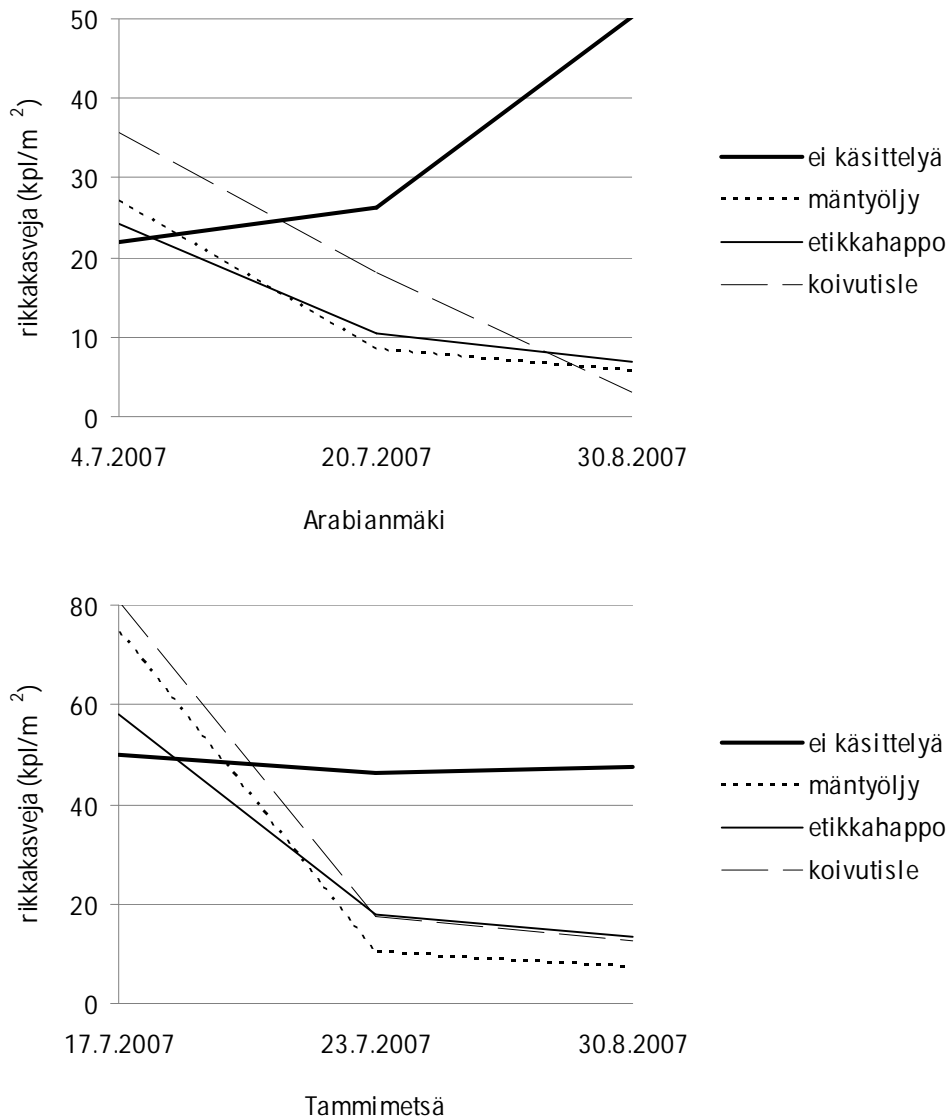
Kaikilla torjuntakäsittelyillä oli rikkakasveja torjuvaa vaikutusta. Tammimetsän koepaikalla kaikki käsittelyt vähensivät rikkakasvimäärää kontrolliin verrattuna sekä ensimmäisen että toisen käsittelyn jälkeen ( $p=0,000$ ). Ero oli nähtävissä vielä neljän viikon kuluttua ensimmäisestä käsittelykerrasta mäntyöljyllä ( $p=0,001$ ) ja koivutisleellä käsitellyissä ruuduissa ( $p=0,000$ ). Silmämääräisesti arvioituna rikkakasvuston peittävydessä ei kuitenkaan ollut suuria eroja havaittavissa enää neljän viikon kuluttua käsittelystä (Kuva 17). Muilla havaintokerroilla arvioitu peittävyys noudatti samaa linjaa muiden tulosten kanssa.



Kuva 17. Torjuntakäsittelyjen vaikutus rikkakasvuston peittävyteen tammimetsän koepaikalla viisi päivää ensimmäisen käsittelyn jälkeen, noin kuukausi ensimmäisen käsittelyn jälkeen ja kolme päivää toisen käsittelyn jälkeen. Luvut ovat kahdeksan toiston keskiarvoja.

Arabianmäen koepaikalla mäntyöljyllä ja koivutisleellä käsitellyissä ruuduissa oli vähemmän rikkakasveja kontrollikäsittelyyn verrattuna ensimmäisen käsittelykerran jälkeen ( $p=0,021$  ja  $p=0,005$ ). Etikkahappokäsittelyssä eroa kontrollikäsittelyyn ei ollut ( $p=0,079$ ). Ero oli nähtävissä edelleen vielä neljä viikkoa käsittelyn jälkeen mäntyöljyllä ( $p=0,019$ ) ja koivutisleellä ( $p=0,035$ ) käsitellyissä ruuduissa, etikkakäsittelyssä eroja ei näkynyt ( $p=0,604$ ). Toisen käsittelykerran jälkeen kaikki käsittelyt erosivat kontrollista ( $p\leq 0,05$ ).

Rikkakasvien kokonaislukumäärää tarkasteltaessa Arabianmäen koepaikalla oli kokeen päättyessä vähiten rikkakasveja koivutisleellä käsitellyissä ruuduissa, ja rikkakasvien lukumäärä oli vähentynyt kasvukauden alusta 91 %. Mäntyöljyllä vähennys oli 79 % ja etikkahapolla 72%. Tammimetsässä vähiten rikkoja oli mäntyöljyllä käsitellyissä ruuduissa, ja rikkakasvimäärä oli vähentynyt 90 % kasvukauden alusta. Koivutisleellä vähennys oli 84 % ja etikkahapolla 77 %. Rikkakasvien kokonaislukumäärä oli suunnilleen samaa luokkaa kaikissa torjuntakäsittelyissä (Kuva 18).



Kuva 18. Torjuntakäsittelyjen vaikutus rikkakasvien kokonaislukumäärään Arabianmäen ja tammimetsän koepaikoilla ennen käsittelyä ja muutama päivä ensimmäisen ja toisen käsittelyn jälkeen.

### 9.2.2 Lajisto

Arabianmäen koepaikalla koivutisle ja etikkahappo vähensivät rikkakasvien lukumäärää kontrolliin verrattuna ( $p=0,001$  ja  $p=0,023$ ), kun taas mäntyöljykäsittelyssä eroja ei ollut nähtävissä ( $p=0,179$ ). Eroja ei ollut nähtävissä enää neljä viikkoa käsittelyn jälkeen. Toisen käsittelykerran jälkeen kaikki käsittelyt erosivat kontrollista ( $p \leq 0,05$ ). Kasvukauden loppupuolella viimeisellä havaintokerralla etikkahapolla käsitellyistä ruuduista olivat kadonneet niissä

ennen kokeen alkamista esiintyneet peltolemmikki, peltosaunio (*Tripleurospermum inodorum* Sch. Bip.), jauhosavikka, lutukka, voikukka, ahusolaheinä, pihatähtimö, pillikkeet (*Galeopsis* spp.), apilat (*Trifolium* spp.) ja peltoukonauris (*Erysimum cheiranthoides* L.). Koivutisleruuduissa ei enää ollut apilaa, voikukkaa, peltohatikkaa (*Spergula arvensis* L.), jauhosavikkaa, siankärsämöä (*Achillea millefolium* L.), eikä tammen- ja koivuntaimia. Mäntyöljykäsittelystä kadonneet lajit olivat rönsyleinikki (*Ranunculus repens* L.), apilat, hevонhierakka (*Rumex longifolius* DC.), jauhosavikka ja tahmavillakko (*Senecio viscosus* L.). Käsittelyistä parhaiten selviytyneitä lajeja olivat heinäkasvit (*Poaceae*), pelto-ohdake (*Cirsium arvense* L.) ja peltosaunio. Arabianmäessä koivutisle ja mäntyöljy tehosivat paikoin hyvin jopa monivuotisiin rikkakasveihin, kuten pelto-ohdakkeeseen (Kuvat 19 ja 20).

Tammimetsän koepaikalla kaikki käsittelyt erosivat käsittelemättömästä kontrollista lajien lukumäärän muutoksen suhteen sekä ensimmäisen että toisen käsittelyn jälkeen ( $p=0,000$ ). Ero näkyi neljän viikon kuluttua käsittelystä vain koivutisleellä käsitellyissä ruuduissa ( $p=0,038$ ). Tammimetsässä rikkakasvilajeja oli runsaammin kuin Arabianmäessä. Mäntyöljykäsittelystä koeruuduista olivat toisen käsittelyn jälkeen kadonneet peltosaunio, horsmat, nokkonen (*Urtica dioica* L.), rantanenätti, piharatamo, hevonhierakka, leskenlehti, pihatähtimö, lutukka, virnat (*Vicia* spp.), peltolemmikki ja pelto-orvokki (*Viola arvensis* L.). Koivutisleruuduista oli hävinnyt pihatähtimö, tummarusokki (*Bidens tripartita* L.), peltoukonauris, peltolemmikki, virnat, leskenlehti, villakot, pillikkeet, lutukka, peltosaunio ja pujo (*Artemisia vulgaris* L.). Etikkaruuduista kadonneet lajit olivat tummarusokki, maahumala (*Glechoma hederacea* L.), piharatamo, leskenlehti, rantanenätti, peltolemmikki, jauhosavikka, pihatähtimö, peltoukonauris, pillikkeet ja lutukka. Käsittelyistä parhaiten selviytyneet lajit olivat, voikukka, pelto-ohdake, peltosaunio, apilat, nokkonen, pihatatar, rantanenätti, hevonhierakka, piharatamo, rönsyleinikki, virnat, pujo sekä useat heinäkasvit, kuten juolavehna.

Lajiluvut on laskettu muutamia päiviä käsittelyn jälkeen, ja tulos on sen hetkisen tilanteen mukainen. Useat lajit kasvoivat uudestaan samaan ruutuun muutaman viikon kuluessa, eli todennäköisesti osalla kasveista jäi elinkykyisiä osia henkiin, joista niiden oli mahdollista uusiutua ajan kuluessa.



Kuva 19. Koivutisleellä käsitelty pelto-ohdake noin viikko käsittelyn jälkeen.



Kuva 20. Mäntyöljyllä käsiteltyjä pelto-ohdakkeita noin viikko käsittelyn jälkeen.

### 9.3 Tulosten tarkastelu

Tämän kokeen perusteella koivutisleellä ja mäntyöljyllä voidaan saada samantasoisia, ellei parempia torjuntatuloksia kuin etikkahapolla. Koivutisleen vaikutus rikkakasvustossa näkyi nopeasti, ja kasvien kuihtuminen alkoi jo noin puolessa tunnissa käsittelyn jälkeen. Etikkahapon ja mäntyöljyn kohdalla vaikutuksen ilmeneminen vei pidemmän ajan. Koivutisle ja mäntyöljy sopivat katetuille alustoille rikkakasvien torjuntaan. Kattamattomalla alustalla vaikutus jää lyhytaikaisemmaksi, ja tarvittava käsittelymäärä saattaa olla suurempi kuin katetulla alustalla. Käytännössä aineita ei todennäköisesti käytettäisi kokeessa olleen tammimetsän kaltaisissa kohteissa, vaan niiden kunnossapito tehtäisiin jatkossakin niittämällä tai siimaamalla. Aineiden tehoa voitaisiin ehkä parantaa yhdistämällä ruiskutus kontaktivaikutteisella torjunta-aineella niittämiseen. Kun alue ruiskutettaisiin niittämisen jälkeen, kasvimassaa olisi vähemmän ja torjunta-aineen teho olisi parempi. Torjuntavaikutus myös kestäisi todennäköisesti pidempään kuin pelkällä niittämällä saavutettava vaikutus.

Tammimetsässä rikkakasvilajisto oli monipuolisempi ja lajeissa oli enemmän yksisirkkaisia heiniä kuin Arabianmäessä. Mäntyöljyllä saatiin tammimetsässä hiukan parempia tuloksia kuin koivutisleellä, ja tämä saattaa johtua osittain rikkakasvilajistosta, sillä myös kasvihuonekokeessa todettiin mäntyöljyn tehoavan koivutislettä paremmin yksisirkkaiseen punanataan. Myös Young (2004) havaitsi tutkimuksissaan öljyvalmisteiden tehoavan joihinkin heinäkasveihin etikkahappoa paremmin.

Käyttömäärän ollessa vastaava kuin tässä kokeessa (käyttöliuoksen pitoisuus 40 % ja käyttömäärä noin 4 dl/ m<sup>2</sup>), tilavuudeltaan 10 litran reppuruiskulla käsittelee noin 25 m<sup>2</sup>:n laajuisen alueen yhdellä täytöllä. Glyfosaattia tai etikkahappoa käytettäessä ohjeellinen käyttömäärä on pienempi. Tämän kokeen perusteella etikkahaponkin ohjeellinen käyttömäärä (2-2,5 dl/m<sup>2</sup>) vastaavissa kohteissa ja suurikokoisten rikkakasvien ollessa kyseessä on riittämätön. Glyfosaattipohjaisilla valmisteilla käyttöliuoksen pitoisuus on käyttötarkoituksesta ja valmisteesta riippuen noin 2-8 % ja ohjeellinen käyttömäärä noin 1-2 dl/m<sup>2</sup>. Koska etikka, koivutisle ja mäntyöljy ovat toimintaperiaatteeltaan kontaktiin perustuvia, parhaan tuloksen saamiseksi

kasvi olisi käsiteltävä aineella kauttaaltaan, kun taas systeemisesti toimivalla glyfosaatilla tämä ei ole tarpeellista. Tämä lisää tarvittavan torjunta-aineen määrää kontaktivaikutteisilla aineilla.

Koivutisle värjää käsittelykohteen tummaksi, mutta katetuilla pinnoilla siitä ei ole suurta haittaa. Koivutisleessä on melko voimakas ominaistuoksu, joka saattaa herättää huomiota julkisilla alueilla käytettäessä. Tuoksu haihtuu kuitenkin muutamassa päivässä. Mäntyöljyllä käsiteltäessä käsittelykohde jää öljyiseksi, joten se ei välttämättä sovellu käytettäväksi kohteissa, joissa tahriintumisesta voi olla haittaa alueen käytön kannalta. Myös mäntyöljyllä on kasviöljymäinen ominaistuoksu, mutta se on heikko verrattuna koivutisleeseen. Hajuhaittaa saattaa aiheutua myös etikkahapon käytöstä etenkin lämpimällä ilmalla, jolloin haihtuminen on kiivaampaa.

## 10 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen perusteella etikkahapon käyttöä kovien pintojen rikkakasvien torjunnassa voisi lisätä. Etikkahappoa voi suositella myös muihin kohteisiin, joissa perinteisiä herbisidejä ei voida käyttää. Koska etikkahapolla saattaa olla vaikutusta ruohovartisten kasvien juuristoon, sen käyttöä voi suositella lähinnä koville pinnoille ja puuvartisten kasvien istutusalueiden rikkakasvien torjuntaan. Koivutisleeseen tai mäntyöljyyn perustuvia torjunta-ainevalmisteita ei ole markkinoilla Suomessa, ja niiden käyttö on toistaiseksi mahdollista vain tutkimustarkoituksessa Elintarviketurvallisuusviraston luvalla. Jos tilanne muuttuu lähivuosien aikana, myös niiden käyttöä glyfosaatin osittaisena korvaajana voidaan harkita. Ainakin koivutisleen osalta tutkimustyö jatkuu, ja tulevaisuudessa saataneen tarkempaa tietoa tisleen vaikutuksista, käyttömahdollisuuksista ja myös siitä, mihin ainesosiin koivutisleen teho todella perustuu. Koivutisleen ja mäntyöljyn käyttö torjunta-aineina tulisi kysymykseen lähinnä istutusalueilla, sillä tahraavuutensa vuoksi niitä ei voi suositella käytettäväksi päällystetyillä pinnoilla.

Jos glyfosaatin käyttöä rajoitetaan tulevaisuudessa, on tärkeää, että myös vaihtoehtoisia menetelmiä on helposti saatavilla. Jatkossa voisi pohtia, mitä

haitattomia menetelmiä olisi mahdollista ottaa käyttöön lyhyellä aikavälillä. Koska useimmat haitattomista menetelmistä eivät yllä tehokkuudeltaan herbisidien tasolle, vaan vaativat joko suurempia annoksia tai useampia käsittelykertoja, ovat myös kustannukset yleensä suuremmat verrattuna kemialliseen torjuntaan. Olisi hyvä selvittää, millaisia todellisia kustannuksia glyfosaatin käytön vähentäminen ja muiden torjuntamenetelmien hyödyntäminen aiheuttavat. Etikkahapon ja glyfosaatin sekä mahdollisuuksien mukaan myös koivutisleen tehon ja käyttökustannusten vertaaminen voisi olla hyödyllistä. Koivutisleen osalta voisi olla mielekästä selvittää myös mahdollisia käytön ja hajuhaittojen aiheuttamia reaktioita kaupunkilaisissa. Mekaanisista menetelmistä harjaaminen ja uusista fysikaalisista keinoista kuumaan vaahtoon perustuva Waipuna voisivat olla kokeilemisen arvoisia menetelmiä kovien pintojen rikkakasvien torjunnassa. Tanskalaista mallia rikkakasvien torjuntasuunnitelmasta voisi mahdollisuuksien mukaan soveltaa käytäntöön. Alueiden luokittelu todellisen torjuntatarpeen mukaan helpottaa resurssien järkevää kohdentamista, ja huolellisella suunnittelulla voitaneen muodostaa taloudellisesti ja tuloksellisesti tyydyttävä torjuntastrategia.

Koska glyfosaatin käyttöä ei ole säädösten perusteella välttämätöntä ainakaan toistaiseksi lopettaa kokonaan, voidaan sitä edelleen käyttää harkinnan mukaan kohteissa, joissa haitattomammat keinot ovat riittämättömiä. Ongelmallisimmat rikkaruohopesäkkeet voidaan aika ajoin tuhota glyfosaatilla, mutta normaali ylläpito pyritään hoitamaan haitattomilla menetelmillä. Joissakin kohteissa voisi tulla kyseeseen tarkennettu glyfosaatin käyttö, jolloin herbisidi levitetään ruiskuttamisen sijaan telalla. Tällöin on helpompaa rajata käyttöalue tarkasti ja tarvittava herbisidimäärä on vähäisempi. Ruiskuttaessa etenkin tuulisella säällä torjunta-ainetta leviää lähiympäristöön, telan avulla aine leviää turvallisesti vain sille alalle mille se on tarkoitettu. Menetelmä sopii esimerkiksi kulkuväylien pitämiseen puhtaana rikkakasveista.

Päällystetyillä alueilla olisi hyvä jo suunnittelu- ja rakennusvaiheessa kiinnittää huomiota siihen, miten rikkakasvien kasvumahdollisuuksia voitaisiin rajoittaa. Jos pohjamaassa on paljon rikkakasvien siemeniä ja juuria, alue todennäköisesti rikkaruohottuu melko nopeasti. Ennen kiveyksen perustamista tehty herbisidikäsittely on eräs mahdollisuus vähentää tulevaisuuden

rikkakasviongelmia. Myös päällystemateriaalin ja saumausaineen valinnalla voidaan vaikuttaa alueen rikkaruohottumiseen. Elementtien koko, saumojen määrä ja niiden leveys ovat vaikuttavia tekijöitä. Nurmisauman käyttäminen voi tulla kyseeseen jos alueen kulutus on vähäistä ja päällysteeseen halutaan elävä pinta. Elävällä pinnalla voidaan myös korvata kiveys kokonaan. Esimerkiksi liikenteenjakajissa voidaan kiveyksen sijaan käyttää matalakasvuisia ja kasvuoloiltaan vaatimattomia kasvilajeja (Schroeder & Hansson 2006).

Rikkakasvien leviämispesäkkeisiin tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Leviämispesäkkeitä muodostuu tavallisesti katupuiden tyville ja istutusalueiden reunamille sekä muille alueille, missä on paljasta maata. Ennaltaehkäisevänä keinona istutusalueet olisi hyvä kattaa soralla tai muulla sopivalla katteella. Kasvivalinnoilla ja huolellisella suunnittelulla voidaan vaikuttaa istutusalueen ja myös siihen rajoittuvan päällysteen rikkaruohottumiseen. Mikäli koristekasvit peittävät niille varatun tilan, rikkakasvien elintila pienenee ja torjuntatarve on vähäinen kasvuston tullessa täysikasvuiseksi. Istutuksia perustettaessa puhtaan kasvualustan käyttö on tärkeää.

## 11 Kiitokset

Haluan kiittää ohjaajaani, MMT Leena Lindéniä avusta ja vinkeistä gradutyön edetessä. Erityiskiitos kuuluu myös Helsingin kaupungin rakennusviraston puuasiantuntija, MMM Juha Raisiolle ja puistovastaava Petri Arposelle. Ilman heidän vaivannäköään tämä työ ei olisi koskaan käynnistynytäkään. Lisäksi esitän kiitokset niille rakennusviraston katu- ja puisto-osaston työntekijöille, jotka osallistuivat kokeiden käytännön toteutukseen.

## Lähteet

- Angelini, L. G., Carpanese, G., Cioni, P. L., Morelli, I., Macchia, M. & Flamini, G. 2003. Essential oils from Mediterranean Lamiaceae as weed germination inhibitors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 6158-6164.
- Ascard, J. 1988. Termisk ogräsbekämpning. Flamning för ogräsbekämpning och blastdödning. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för lantbruksteknik, Rapport 130. Uppsala: SLU 146 s.
- Ascard, J. 1995. Thermal weed control by flaming: Biological and technical aspects. 188 s. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Engineering, Report 200. Alnarp: SLU.
- Asplund, R. O. 1968. Monoterpenes: Relationship between structure and inhibition of germination. *Phytochemistry* 7: 1995-1997.
- Elintarviketurvallisuusvirasto 2007. Torjunta-aineiden myynti Suomessa. URL: [http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto\\_ja\\_rehut/torjunta-aineet/tilastotietoa/](http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/torjunta-aineet/tilastotietoa/). Viitattu 23.11.2007.
- Elintarviketurvallisuusvirasto 2006. Torjunta-ainerekisteri. URL: [http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto\\_ja\\_rehut/torjunta-aineet/torjunta-ainerekisteri/](http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/torjunta-aineet/torjunta-ainerekisteri/). Viitattu 23.5.2006.
- Fergedal, S. 1993. Ogräsbekämpning genom frysning med flytande kväve och kolsyresnö – en jämförelse med flamning. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Rapport 165. Uppsala: SLU. 38 s.
- Gauvrit, C. & Cabanne, F. 1993. Oils for weed control: Uses and mode of action. *Pesticide Science* 37: 147-153.
- Hansen, P. K., Kristoffersen, P & Kristensen, K. 2004. Strategies for non-chemical weed control on public paved areas in Denmark. *Pest Management Science* 60: 600-604.
- Hansson, D. 1994. Ättika och Foraform (ammoniumtetraformiat) för ogräsbekämpning. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Rapport 179. Alnarp: SLU.
- Hansson, D. & Ascard, J. 2002. Influence of developmental stage and time of assessment on hot water weed control. *Weed Research* 42: 307-316.
- Hansson, D., Ljungberg, S. & Svensson, S. E. 1994. Ättika som ogräsbekämpningsmedel på hårdgjorda ytor – förestudie angående konsekvenser för miljö, arbetsmiljö och omgivande vegetation. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för lantbruksteknik. Rapport 187. Alnarp: SLU. 45 s.

- Hoffmann, M 1989. Abflammtchnik. KTBL-Schrift 331. Landwirtschaftsverlag. Münster-Hiltrup. 104 s.
- Kohlberg, R. L. & Wiles, L. J. 2002. Effect of steam application on cropland weeds. *Weed Technology* 16: 43-49.
- Kjær, J., Olsen, P., Ullum, M. & Grant, R. 2005. Leaching of glyphosate and aminomethylphosphonic acid from Danish agricultural field sites. *Journal of Environmental Quality* 34: 608-620.
- Kristensen, K., Hansen, P. K. & Kristoffersen, P. 2004. Simulation of vegetation cover on sidewalks in Denmark. *Pest Management Science* 60: 588-594.
- Kurto, A. & Helynranta, L. 1998. Helsingin kasvit – Kukkivilta kiviltä metsän syliin. Helsinki: Helsingin kaupungin ympäristökeskus ja Yliopistopaino. 400 s.
- van Loenen, M. C. A., Turbett, Y., Mullins, C. E., Feilden, N. E. H., Wilson, M. J., Leifert, C. & Seel, W. E. 2003. Low temperature-short duration steaming of soil kills soil-borne pathogens, nematode pests and weeds. *European Journal of Plant Pathology* 109: 993-1002.
- Lynch, J. M. 1978. Production and phytotoxicity of acetic acid in anaerobic soils containing plant residues. *Soil Biology and Biochemistry* 10: 131-135.
- Nilsson, K., Nyström, P. & Svensson, S.-E. 1988. Termisk ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor. Gröna Fakta D1.
- Neko Oy 2006. Neko rikkatorjunta. URL: <http://www.neko.fi/fin/rikkator.htm>. Viitattu 2.12.2006.
- Norberg, G. & Dolling, A. 2003. Steam treatment as a vegetation management method on a grass-dominated clearcut. *Forest Ecology and Management* 174: 213-219.
- Pasanen, Tiina 2006. Koivutislehtokotiloiden (*Arianta arbustorum*) karkotteena ja sen käytön ympäristövaikutukset maaperässä ja vesieliöissä. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto. Ympäristöekologian laitos. 42 s.
- Quarles, W. 2001. Improved hot water weed control system. *IPM Practitioner XXIII*: 1: 1-4.
- Richard, S., Moslemi, S., Sipahutar, H., Benachour, N. & Seralini, G.-E. 2005. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase. *Environmental Health Perspectives* 113: 716-720.
- Romagni, J. G., Allen, S. N. & Dayan, F. E. 2000. Allelopathic effects of volatile cineoles on two weedy plant species. *Journal of Chemical Ecology* 26: 303-313.
- Schroeder, H. & Hansson, D. 2006. Koll på tillväxten. Uthållig ogräsbekämpning på hårdgjorda ytor. Sveriges Kommuner och Landsting. Stockholm. 52 s.

- Torstensson, L., Börjesson, E. & Stenström, J. 2005. Efficacy and fate of glyphosate on Swedish railway embankments. *Pest Management Science* 61: 881-886.
- Vaughn, S. F. & Spencer, G. F. 1993. Volatile monoterpenes as potential parent structures for new herbicides. *Weed Science* 41: 114-119.
- Vokou, D., Douvli, P., Blionis, G. J. & Halley, J. M. 2003. Effects of monoterpenoids, acting alone or in pairs, on seed germination and subsequent seedling growth. *Journal of Chemical Ecology* 29: 2281-2301.
- Young, S. L. 2004. Natural product herbicides for control of annual vegetation along roadsides. *Weed Technology* 18: 580-58
- Waipuna 2006. Organic hot foam weed control system. URL: <http://www.waipuna.com>.  
Viitattu: 22.11.2006

## LIITE 1. Kenttäkokeen koekartat

Havaintoruudut, joista tarkat havainnot tehtiin, on merkitty kursivilla.

ITÄ-  
PASILA KIRJURINPUUSTIKKO

III  
KONTROLI

3		1		2	
16	8	16	8	16	8
15	7	15	7	15	7
<u>14</u>	6	14	<u>6</u>	<u>14</u>	<u>6</u>
13	<u>5</u>	13	5	13	5
12	4	12	4	12	4
11	3	11	<u>3</u>	11	3
10	2	10	2	10	2
9	<u>1</u>	9	<u>1</u>	9	<u>1</u>

II  
HÖYRYTYS

3		1		2	
<u>16</u>	8	16	8	<u>16</u>	8
15	7	<u>15</u>	7	15	7
14	6	14	6	14	6
13	<u>5</u>	13	5	<u>13</u>	5
12	4	12	4	12	4
11	<u>3</u>	<u>11</u>	3	11	3
10	2	10	2	10	2
9	1	9	<u>1</u>	9	<u>1</u>

I ETIKKA

3		1		2	
16	8	16	8	16	8
<u>15</u>	7	15	7	15	<u>7</u>
14	6	14	<u>6</u>	14	6
13	5	13	<u>5</u>	13	5
12	4	12	4	12	4
11	<u>3</u>	<u>11</u>	3	11	<u>3</u>
10	2	10	2	<u>10</u>	2
<u>9</u>	1	9	1	9	1

KÄSITTELYKERRAT

1 X  
2 X X  
3 X X X

HAVAINTORUUDUT  
1-16

LÄNTINEN  
KALLIO BRAHENKATU

## III KONTROLLI

1				3				2			
1	5	9	13	1	5	9	13	1	5	9	13
2	6	10	14	2	6	10	14	2	6	10	14
3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15
4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16

II  
HÖYRYTYS

3				1				2			
1	5	9	13	1	5	9	13	1	5	9	13
2	6	10	14	2	6	10	14	2	6	10	14
3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15
4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16

## I ETIKKA

3				1				2			
1	5	9	13	1	5	9	13	1	5	9	13
2	6	10	14	2	6	10	14	2	6	10	14
3	7	11	15	3	7	11	15	3	7	11	15
4	8	12	16	4	8	12	16	4	8	12	16

## KÄSITTELYKERRAT

1	X		
2	X	X	
3	X	X	X

## HAVAIN TORUUDUT

1-16

HAKANIEMI JOHN STENBERGIN  
RANTA RANTA

III KONTROLLI			I ETIKKA			II HÖYRYTYS		
2	1	3	3	1	2	2	3	1
1 9	1 9	1 9	1 9	1 9	1 9	1 9	1 9	1 9
2 10	2 10	2 10	2 10	2 10	2 10	2 10	2 10	2 10
3 11	3 11	3 11	3 11	3 11	3 11	3 11	3 11	3 11
4 12	4 12	4 12	4 12	4 12	4 12	4 12	4 12	4 12
5 13	5 13	5 13	5 13	5 13	5 13	5 13	5 13	5 13
6 14	6 14	6 14	6 14	6 14	6 14	6 14	6 14	6 14
7 15	7 15	7 15	7 15	7 15	7 15	7 15	7 15	7 15
8 16	8 16	8 16	8 16	8 16	8 16	8 16	8 16	8 16

HAVAINTORUUDUT  
1-16

KÄSITTELYKERRAT

1	X		
2	X	X	
3	X	X	X

ARABIA ARABIANMÄKI

III KONTROLLI			II HÖYRYTYS			I ETIKKA		
1	2	3	2	3	1	3	1	2
1 9	1 9	1 9	1 9	1 9	1 9	1 9	1 9	1 9
2 10	2 10	2 10	2 10	2 10	2 10	2 10	2 10	2 10
3 11	3 11	3 11	3 11	3 11	3 11	3 11	3 11	3 11
4 12	4 12	4 12	4 12	4 12	4 12	4 12	4 12	4 12
5 13	5 13	5 13	5 13	5 13	5 13	5 13	5 13	5 13
6 14	6 14	6 14	6 14	6 14	6 14	6 14	6 14	6 14
7 15	7 15	7 15	7 15	7 15	7 15	7 15	7 15	7 15
8 16	8 16	8 16	8 16	8 16	8 16	8 16	8 16	8 16

HAVAINTORUUDUT  
1-16

KÄSITTELYKERRAT

1	X		
2	X	X	
3	X	X	X

## LIITE 2. Kasvihuonekoekartat

*Matricaria matricarioides*

sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr
sr	22m3	23k1	bvk3	btk1	11m2	24m1	atk3	23k3	11k3	12m4	11k2	14m3	12k1	13m2	sr
sr	24m4	12k4	22k4	12k2	21k4	12k3	avk4	btk2	13m3	bvk1	22k3	21k1	13k4	bvk4	sr
sr	sr	12m2	atk2	aek4	23m2	24m3	12m1	11m4	12m3	btk4	avk	avk	22k1	13k1	sr
sr	sr	21k3	22m2	23m3	23m1	btk3	14m2	21m3	23k4	atk1	14m4	13m4	avk	23m4	sr
sr	sr	21m2	bek1	22k2	bek3	aek3	11k4	11m3	bvk2	14m1	aek2	13k2	24m2	22m1	sr
sr	sr	bek4	bek2	11m1	21m1	aek1	23k2	13k3	21m4	atk	22m4	11k1	13m1	21k2	sr
sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr

*Festuca rubra*

sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr
sr	23m4	bvk3	bvk4	atk4	12k4	22m2	avk1	12k1	14m1	22k2	13k2	12k2	23m3	aek2	sr
sr	24m3	23k3	atk2	22m1	11m2	13k4	12m1	11m4	avk4	14m3	21m2	13m4	24m2	11k4	sr
sr	sr	btk4	btk2	23k1	atk3	21k3	avk2	aek1	22m3	aek4	atk1	avk3	12k3	13m1	sr
sr	sr	21k4	11m1	12m3	btk1	13k1	23k4	11k1	12m4	11k2	14m2	13m2	13m3	24m4	sr
sr	sr	23m2	22k1	bek3	21k2	12m2	11k3	21m1	11m3	22m4	btk3	bvk1	14m4	13k3	sr
sr	sr	aek3	23m1	22k4	23k2	bek4	21m4	bvk2	21m3	bek1	bek2	24m1	22k3	21k1	sr
sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr

Kaksi ensimmäistä numeroa kertovat kylvöajankohdan (1 kylvetty kaksi viikkoa ennen numerolla 2 merkittyä) ja käsittelypitoisuuden (1 alin ja 4 korkein pitoisuus). Kirjain m tarkoittaa mäntyöljyllä ja k koivutisleellä käsiteltävää kasvia. Kontrolleissa ensimmäinen kirjain kertoo kylvöajankohdan (a kylvetty kaksi viikkoa ennen b kirjaimella merkittyä), ek tarkoittaa etikkahappokontrollia, tk tolukontrollia ja vk vesikontrollia. Viimeinen numero kertoo mihin kerranteeseen kasvi kuuluu.  
sr = suojarivikasvi