

**Suomenlinnan Kustaanmiekan ketokasvillisuus
ja siihen vaikuttavat tekijät**

**Laura Grandell
Maisterintutkielma
Helsingin yliopisto
Maataloustieteiden laitos
Puutarhatiede
06/ 2010**

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Maataloustieteiden laitos	
Tekijä — Författare — Author Laura Grandell			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Suomenlinnan Kustaanmiekan ketokasvillisuus ja siihen vaikuttavat tekijät			
Oppiaine — Läroämne — Subject Puutarhatiede			
Työn laji — Arbetets art — Level Pro gradu -tutkielma		Aika — Datum — Month and year Kesäkuu 2010	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 54 s.
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>Suomenlinna on yksi Helsingin suosituimmista matkailu- ja kulttuurinähtävyyksistä. Kustaanmiekan, samoin kuin koko Suomenlinnan luonto on muodostunut perinteisestä suomalaisesta saaristoluonnosta ja vuosisatojen saatossa paikalle tulleista linnoitusten kasvistosta. Saaren vaihtelevien elinympäristöjen johdosta alueen kasvillisuus on hyvin rikasta. Linnoitusten monet kasvilajit ovat tulleet tulokasveina eri puolilta Eurooppaa sekä Venäjältä. Suurin osa Suomenlinnan alueesta on kallioketoa ja tämän lisäksi myös valliketoa, joista molemmat kuuluvat suojeltaviin alueisiin. Kustaanmiekan niityillä kasvaa keto- ja paahdelajeja, kuten harvinaista ketonoidanlukkua (<i>Botrychium lunaria</i> L.) sekä ketoneilikkaa (<i>Dianthus deltoides</i> L.).</p> <p>Tämän tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli kartoittaa Kustaanmiekan alueen kesäkauden 2009 ketokasvilajisto ja eri putkilokasvilajien runsaus. Tutkimuksessa selvitettiin myös maaperätekijöiden ja alueen hoitohistorian mahdollista vaikutusta ketokasvilajistoon.</p> <p>Tutkimuksessa kartoitettiin kymmenen eri kedon kasvillisuus Suomenlinnan Kustaanmiekan linnoitusalueella. Kedot sijaitsivat eri puolilla Kustaanmiekkää, sellaisilla paikoilla, missä ketokasvillisuus oli runsainta. Maastotyöt suoritettiin kesä- ja heinäkuussa laskemalla jokaisen kedon ruutujen putkilokasvien peittävyys sekä listaamalla ylös myös ruutujen ulkopuoliset kevät- ja loppukesän kukkijat touko- ja elokuussa. Maaperän ominaisuuksien määrittämiseksi otettiin kultakin kedolta pintamaanäytteet elokuussa. Muita tutkittuja muuttujia olivat maapinnan kaltevuus sekä sammalen, karikkeen, paljaan maan, kenttäkasvillisuuden pohjakerros ja kallion osuus tutkimusruuduilla. Ketojen kasvillisuuden keskimääräinen korkeus mitattiin kesä- ja heinäkuussa.</p> <p>Kasvistossa oli selviä eroavaisuuksia ketojen välillä. Kasvilajien määrä vaihteli ketojen kokonaislajimäärän ollessa 40-60 kasvilajia. Yhteensä kedoilta löytyi 120 eri putkilokasvilajia, joista useimmat kukkivat sekä kesä- että heinäkuussa. Ketojen kasvilajimäärä vaihteli yhdellä neliometrillä 6,3-13,6 kasvilajiin, minkä lisäksi Shannon-Wienerin diversiteetti-indeksi vaihteli 1,4-2,3 arvon välillä. Yleisimpiä lajeja, joita kedoilla tavattiin, olivat muun muassa siankärsämö (<i>Achillea millefolium</i> L.), koiranheinä (<i>Dactylis glomerata</i> L.), juolavehna (<i>Elymus repens</i> L.) ja hopeahanhikki (<i>Potentilla argentea</i> L.). Alueella kasvoi myös muutamia sotatulokaslajeja kuten harmiota (<i>Berteroa incana</i> L.), ukonpalkoa (<i>Bunias orientalis</i> L.) ja karvahorsmaa (<i>Epilobium hirsutum</i> L.). Maaperätekijöillä, kuten suurella fosforin pitoisuudella ei ollut vaikutusta kasvilajien määrään kedoilla. Vain maan pH ja johtoluku korreloivat positiivisesti ketojen kasvillisuuden korkeuden kanssa. Vaikka tulosten perusteella ketojen hoidolla ei ollut vaikutusta ketojen kasvillisuuden määrään, voidaan kuitenkin olettaa oikeanlaisen hoidon parantavan tyyppisten ketokasvien kipailukykyä muita niittykasveja kohtaan.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords kedot, ketojen kasvisto, hoito, maaperä			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Maataloustieteiden laitos			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Ohjaajat: Leena Lindén, Sirkku Manninen			

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Faculty of Agriculture and Forestry		Department of Agricultural Sciences	
Tekijä — Författare — Author			
Laura Grandell			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Dry meadow vegetation and factors affecting it in Kustaanmiekka Suomenlinna			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Horticulture			
Työn laji — Arbetets art — Level		Aika — Datum — Month and year	
Master's thesis		June 2010	
		Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
		54 p.	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Suomenlinna is one of the most popular tourist and cultural attractions in Helsinki. Kustaanmiekka, as well as the whole of Suomenlinna, nature has become a traditional Finnish archipelago nature and over the centuries, the place of the duties of the fortress of flora. Because of the island's varied habitats of the region, the vegetation is very rich. Fortress of many plant species have become invasive plant across Europe and Russia. Most of the Suomenlinna Area is rock dry meadow and also fortress dry meadow, both of which belong to protected areas. Kustaanmiekka pastures grow dry meadow and heat species, such as rare <i>Botrychium lunaria</i> and <i>Dianthus deltoides</i>.</p> <p>This study was primarily designed to identify the region Kustaanmiekka dry meadow flora 2009 summer season, and different vascular plant species richness. The study also examined the factors of soil and the treatment history of the possible impact of dry meadow species.</p> <p>The study surveyed ten different wild dry meadows in Finland Kustaanmiekka castle fortress in the region. Dry meadows were located in different parts of Kustaanmiekka in such places, which was the highest in dry meadow vegetation. Field works were carried out in June and July, calculated for each squares Vascular Plants coverage, and also by listing up the squares outside the spring and late summer bloomers in May and August. To determine the properties of soil were taken from each dry meadow topsoil sample in August. The other investigated variables were slope geomorphology and moss, litter, bare land, vegetation and rocks coverages in squares. Dry meadow average vegetation height was measured in June and July.</p> <p>There were clear differences in flora between dry meadows. Plant species ranged dry meadows the total number of species of 40-60 species of plants. 120 different species of vascular plants were found, most of which bloom in June and July. Dry meadows plant species ranged from 6.3 to 13.6 in one plant species per square meters, in addition to the Shannon-Wiener diversity index ranged from 1.4 to 2.3 value. The most common species, which the meadows were, were, inter alia, <i>Achillea millefolium</i>, <i>Dactylis glomerata</i>, <i>Elymus repens</i> and <i>Potentilla argentea</i>. The region also grew a few alien species such as <i>Berteroa incana</i>, <i>Bunias orientalis</i> and <i>Epilobium hirsutum</i>. Soil factors such as high phosphorus content had no effect on the number of plant species in the meadows. Only the pH and conductivity were positively correlated with the height of the vegetation in dry meadows. Although the results of the dry meadows treatment had no effect on dry meadow amount of vegetation, can be expected right kind of treatment will improve the competitiveness of other typical meadow plants in point.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
dry meadows, dry meadow flora, treatment, soil			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Department of Agricultural Sciences			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information			
Supervisors: Leena Lindén, Sirkku Manninen			

Sisällys

1 Johdanto.....	5
1.1 Suomenlinnan kasvillisuus	6
1.2 Kuivat niityt eli kedot.....	7
1.2.1 Ketojen kasvillisuus ja hoito.....	9
1.2.2 Ketojen maaperä	10
1.3 Tutkimuksen tavoitteet	11
2 Aineisto ja menetelmät	11
2.1 Kustaanmiekan kedot	11
2.2 Kasvillisuuskartoitus ja kasvillisuuden korkeuden mittaaminen	15
2.3 Ketojen hoitohistoria	16
2.4 Ympäristömuuttujat.....	17
2.4.1 Maaperäanalyysit	17
2.4.2 Sääolot	18
2.4.3 Ketojen kaltevuus	19
2.4.4 Tallauksen vaikutus kasvillisuuteen	19
2.5 Tilastolliset menetelmät	20
3 Tulokset.....	20
3.1 Ketojen kasvillisuus ja sen diversiteetti	20
3.1.1 Kevätkukkijat.....	22
3.1.2 Kedoilla esiintyneet kasvilajit kesä- ja heinäkuussa.....	23
3.1.2 Ketojen yleisimmät ja runsaimmat kasvilajit	24
3.1.3 Sotatulokkaat	26
3.1.3 Kasvillisuuden korkeus kesä- ja heinäkuussa.....	27
3.1.4 Tallauksen vaikutus kedoilla	28
3.2 Ketojen muut ominaisuudet.....	29
3.3 Maaperäanalyysin tulokset	31
4 Tulosten tarkastelu	34
4.1 Ketojen kasvillisuus	34
4.2 Ketojen ominaisuudet.....	37
4.2.1 Maaperä	39
4.2.2 Maan tallaus.....	41
4.3 Ketojen hoito	42
4.4 Loppukatsaus ketojen ominaisuuksiin.....	44
5 Johtopäätökset.....	47
6 Kiitokset	49
7 Lähteet.....	50
Liite 1. Kaikkien lajien esiintyminen ja peittävyys Kustaanmiekan kedoilla	55

1 Johdanto

Suomenlinna on yksi Helsingin suosituimmista matkailu- ja kulttuurinähtävyyksistä. Ympäri vuoden, ja etenkin kesäkaudella, Suomenlinna tarjoaa hyvät puitteet retki- ja matkakohteena. Suomenlinnan historia ulottuu Ruotsin vallan ajalle, 1700-luvun puoliväliin, jolloin se rakennettiin Helsingin edustalle puolustuksen päätukikohdaksi Venäjää vastaan. Aina vuoteen 1973 asti Suomenlinna kuului Suomen armeijalle, minkä jälkeen se siirrettiin siviilihallinnon alaisuuteen. Nykyään Suomenlinna kuuluu Unescon maailmanperintökohteisiin, jonka maisemaa koskevan yleissopimuksen päämääränä on muun muassa maisemansuojelun ja -hoidon edistäminen. Suomenlinna kuuluu Suomen valtiolle, ja sitä hallinnoi opetusministeriön alainen virasto, Suomenlinnan hoitokunta.

Kustaanmiekka on yksi Suomenlinnan kahdeksasta saaresta. Alue on tunnettu arvokkaista linnoituksistaan, valleistaan ja kasvistostaan. Ruotsin vallan aikaan vuonna 1747 Suomenlinnan keskuslinnoituksen rakentaminen laivastotukikohtineen aloitettiin, minkä johdosta myös uusia kasvilajeja pääsi levittäytymään saarille. Sotaväen mukana tulleita kasveja nimitetään linnoituskasveiksi eli polemokoreiksi. Kustaanmiekan, samoin kuin koko Suomenlinnan luonto muodostuu perinteisestä suomalaisesta saaristoluonnosta ja vuosisatojen saatossa paikalle tulleista linnoituksien kasvistosta. Avoimet ja vähäpuustoiset maisemat ovatkin hyvin luonteenomaisia Suomenlinnan saarilla.

Suomenlinnan historia on muokannut ja jättänyt jälkensä saarten maisemaan ja muihin ulkotiloihin. Tyypillistä Suomenlinnalle on sen historian vaiheiden aikana syntynyt monimuotoinen kasvupaikkamosaiikki sekä kasvilajiston saapumishistorian ajallinen kerrostuneisuus. Saarten eri rakentamisvaiheet ovat muodostaneet uusia maisematyyppejä ja muovanneet samaan aikaan myös sen historiasta periytyneitä maiseman osia. Tämä on puolestaan antanut kasvot nykyiselle Suomenlinnalle. Saarten luonnonvaraiset alueet ja luontainen kasvillisuus tuhoutuivat melko perusteellisesti linnoitustöiden yhteydessä. Kuitenkin alkuperäistä kasvillisuutta tavataan edelleen lähinnä Kustaanmiekalla ja Länsimustasaaren luoteiskärjessä. Kustaanmiekassa luonnonvaraiset alueet sijaitsevat sekä makean veden altaiden äärellä että vallien läheisyydessä. Luonnonvaraiset alueet arkoine kasvipeitteineen ovat hyvin herkkiä kulutukselle, minkä vuoksi saaren kenttäkasvillisuuden hoito ja ylläpito ovat nykypäivänä hyvin merkittäviä keinoja pitää saarten kulttuuriympäristöä.

1.1 Suomenlinnan kasvillisuus

Suomen poliittisen historian muutokset ovat vaikuttaneet viime vuosisatojen kuluessa hyvin paljon myös Suomenlinnan kasvillisuuteen. Sekä Ruotsin että Venäjän vallan aikaan, Suomenlinnaan tuotiin useita uusia puu- ja ruohovartisia kasveja (Vuorela 1999).

Kostean ja tuulisen meri-ilmastonsa vuoksi Suomenlinnan kasvillisuus eroaa selvästi mantereen kasvillisuudesta. Kesällä meren läheisyys kuitenkin pitää usein kuurosateet loitolla, jolloin auringon säteily on voimakkaampaa kuin mantereella. Saaren vaihtelevien elinympäristöjen johdosta kasvillisuus alueella saattaa olla hyvinkin rikasta (Helander ym. 1987). Summasen (2008) mukaan linnoituksien monet kasvilajit ovat yleensä tulleet tulokaskasveina eri puolilta Eurooppaa sekä Venäjältä. Suomenlinnaan saapuneet tulokaslajit ja polemokorit ovat tulleet pääasiassa Venäjän vallan aikana vuosina 1808-1917, esimerkiksi ukonpalko (*Bunias orientalis* L.), joka kukkii näyttävästi kesä- ja heinäkuussa muun muassa Kustaanmiekan linnoitusvalleilla.

Ihmistoiminnan vuoksi koko Suomenlinnan kasvillisuus on hyvin monipuolinen. Alueelta voidaan löytää jopa kuutisensataa eri kasvilajia, joista noin kaksisataa on viljelykasveja (Helander ym. 1987). Kustaanmiekan alueella kasvisto on tyypillistä kuivien niittyjen eli ketojen kasvillisuutta, ja edustaa täten yhtä uhanalaisimmista biotoopeistamme. Kasvillisuus on ollut alun perin saaren luonnontilassa säilyneillä alueilla tyypillistä ulkosaariston kasvillisuutta, mutta runsaan turismin ja ihmistoiminnan myötä kasvillisuus on muuttunut paikoin hyvinkin paljon (Helander ym. 1987). Kurton ja Helynrannan (1998) mukaan ihminen on muuttanut toimillaan suuresti koko Helsingin kasvistoa. Suomenlinnassa vierailee vuosittain noin 650 000 kävijää ja kesäkaudella voi kävijämäärä olla 12 000 kävijää päivässä. Suuren kävijämäärän vuoksi maan kulutus on suurta. Tämän vuoksi kulkureitit on pyritty sijoittamaan selkeille reiteille (MA-arkkitehdit 1996).

Saaren avoimille alueille muodostunut kenttä- ja ketokasvillisuus kuuluu oleellisesti Suomenlinnan maisemakuvaan puuston ja pensaston ohella (Helander ym. 1987). Suurin osa Suomenlinnan alueesta on kallioketoa ja tämän lisäksi myös valliketoa, joista molemmat kuuluvat suojeltaviin alueisiin (MA-arkkitehdit 1996). Etenkin Kustaanmiekan niityillä kasvaa keto- ja paahdelajeja, kuten harvinaista ketonoidanlukkoa (*Botrychium lunaria* L.) sekä ketoneilikkaa (*Dianthus deltoides* L.) (Helander ym. 1987). Linnoitusmuurien rapautumisen johdosta alueelle on muodostunut kalkkipitoisia kasvupaikkoja, joilla tavataan muun muassa harvinaista harmaakynsimöä

(*Draba incana* L.) (Jansson & Raatikainen 2008). Helanderin ym. (1987) mukaan Valleilla kasvavat ukonpalko ja harmio (*Berteroa incana* L.) kukkivat kesällä niin ikään näyttävästi.

Kustaanmiekkan kasvillisuutta on tutkittu melko yleiseltä pohjalta viime vuosisadan aikana, jolloin alueella on tehty kasvilajistollisia tutkimuksia. Ilmari Hidenin 1918-1920, Tapio Rintasen 1957-1978 sekä Seppo Vuokon 1977-1980 tekemät inventoinnit ovat koottu yhteen. Kyseisissä inventoinneissa kasvilajien yleisyys on merkitty asteikolla 1-7 sekä lisäksi on tarkasteltu jokaisen lajin yleisyyden vaihtelua Kustaanmiekassa (Helander ym. 1987, Kurtto 1997).

Eri puolella Suomea sijaitsevat linnoitukset ja niiden ympäristö sisältävät kasvistoltaan hyvinkin rikkaita ketoja. Suomenlinnan linnoitusvallit käsittävät muun muassa metrien paksuisen maa-aineksen, mikä koostuu sorasta, hiekasta ja mullasta. Korkeat muurit ovatkin muuta lähialuetta kuivempia, sillä niiden rakenteesta johtuen vesi valuu nopeasti syvälle maaperään. Linnoitusten tyypillisin biotooppi on niitty ja riippuen paikan kosteusoloista niityt voidaan luokitella vielä joko reheväksi tai kuivaksi niityksi (Hamari 2008). Vettä hyvin läpäisevä maa, muun muassa hiekkavalleilla, antaa hyvän mahdollisuuden ketojen muodostumiselle (Kurtto 1993).

Suomenlinnan historiassa vaikuttanut venäläiskausi alkoi vuonna 1808, ja kesti 110 vuotta. Tällöin Suomenlinnaa mullisti uusi rakennusvaihe, jolloin toteutettiin muun muassa saarten ulkoreunoja kiertävä hiekkavallijärjestelmä. Tämä puolestaan vaikutti hyvin paljon myös saaren kasvillisuuteen. Varuskunnalle tuodut tarpeet tuotiin idästä, aina kaukaa aroilta asti. Kuljetusten mukana tuli monien uusien tulokaslajien siemeniä, joista useimmat eivät selvinneet uusissa kasvuolosuhteissa, kun taas osa kasvilajeista viihtyi Suomenlinnan maaperässä. Niin sanottuja venäläistulokkaita ovat muun muassa ukonpalko, harmio, idänkattara (*Bromus inermis* L.), karvahorsma (*Epilobium hirsutum* L.) ja kenttätyräkki (*Euphorbia esula* L.) (Helander ym. 1987, MA-arkkitehdit 2005).

1.2 Kuivat niityt eli kedot

Suomenlinnan Kustaanmiekalla tavataan kallioketoja, ketoja sekä rehevämpiä tuoreita niittyjä. Kalliokedot ovat ohuen maakerroksen peittämiä, kalliopinnoilla esiintyviä niiton tai laidunnuksen muovaamia niittyjä. Ne ovat usein hyvin pienalaisia ja lähes puuttomia kasvupaikkoja. Kedot ovat hiekka-, sora- ja moreenimaiden kuivia niittyjä. Niitä esiintyy myös mosaiikkimaisesti tuorempien niittyjen yhteydessä. Kedot ovat

kallioketojen ohella myös laidunnuksen ja niiton ylläpitämiä, kuivia tai kuivahkoja niittyjä (Schulman ym. 2008). Suomessa kedot kuuluvat harvinaisiin niittytyyppeihin, joita tavataan etenkin ilmasto-oloiltaan edullisessa Lounais-Suomessa, mutta myös muilla hajanaisilla alueilla. Suurta biodiversiteettiä voidaan pitää yhtenä ketojen tunnusomaisena piirteenä (Garcia 1992), mutta tyypillisimpien ketojen määrä ja niiden kokonaisala on radikaalisesti vähenemässä muiden biotooppien vallatessa alaa (Norderhaug ym. 2000). Suomessa ketoja esiintyy hiekka-, sora- ja moreenimailla, osa niistä on keskittynyt niin ikään Varsinais-Suomeen (Saarinen ym. 2004). Maaperän kosteus ja ravinnepitoisuus, maalaji sekä maan pinnanmuodot vaikuttavat niittyjen ominaisuuksiin (Pykälä & Alanen 2004). Kedoille on tunnusomaista yksi- ja kaksivuotisten kasvien runsaus. Monet monivuotiset ketokasvit ovat sopeutuneet niin rakenteellisesti kuin fysiologisestikin kuivuuteen (Heikkilä ym. 1996). Jylhänkankaan ja Etolan (2002) mukaan monet yksivuotiset kasvit välttävät kasvukauden kuivinta aikaa siementäen ja kukkien varhain ja nopeasti. Kasvit ovat sopeutuneet kuiviin kasvupaikkoihin erilaisilla keinoilla. Voimakkaan juuriston lisäksi kasvin karvaisuus, vahapeite sekä veden kerääminen kasvinosiin ovat hyödyllisiä keinoja kuivuutta vastaan. Kasvien sopeutumiskeinoista huolimatta ketojen kasvillisuus ja sen runsaus on usein riippuvaista kasvukauden kosteusoloista. Kylminä ja kuivina kesinä kukinta voi olla olematonta, kun taas lämpiminä ja kosteina kesinä yksivuotiset kukkijat voivat kukkia runsaina ja monilajisina (Kurtto 1993).

Kurtton (1993) mukaan kalliokedot eroavat kasvillisuudeltaan muista kedoista, joita tavataan eniten Etelä-Suomessa. Kallioketojen kasvillisuus ja sen runsaus vaihtelee paljon muun muassa happamien ja kalkkipitoisten kallioiden välillä. Happamilla alustoilla kasvillisuus on usein melko yksitoikkoista ja vähälajista, kun taas ravinteisilla ja kalkkipitoisilla kallioilla voi elää runsaastikin kasvilajeja. Vainion ym. (2001) tutkimuksen mukaan kalliokedot esiintyvät yleensä hyvin pieninä laikkuina ketojen ja niittyjen yhteydessä. Niiden koot vaihtelevat alle hehtaarin kokoisista enintään kahden hehtaarin kokoisiiin laikkuihin. Alueet jäävät usein joko kokonaan hoitamatta tai niitä saatetaan niittää satunnaisesti. Kuivuuden vuoksi kallioketojen kasvillisuuden umpeenkasvu on hitaampaa kuin muilla perinnebiotoopeilla, minkä takia niiden kasvistoon kuuluu myös suuri määrä uhanalaisia kasvilajeja. Kallioketojen tyypilliseen kasvilajistoon kuuluu muun muassa lampaannata (*Festuca ovina* L.), tuoksusimake (*Anthoxanthum odoratum* L.), nurmirölli (*Agrostis capillaris* L.), ahosuolaheinä (*Rumex acetosella* L.) ja keltamaksaruoho (*Sedum acre* L.).

1.2.1 Ketojen kasvillisuus ja hoito

Kedot ovat yksi Suomen monilajisimmista kasviyhdykskunnista. Niillä voi kasvaa pinta-alayksikköä kohden enemmän kasvilajeja kuin missään muussa elinympäristössä (Kurtto 1993). Hægström (1995) kertoo ketojen kasvillisuuden olevan matalaa ja aukkoista, jossa etenkin yksivuotiset kasvit viihtyvät. Kasvukauden kosteusolosuhteet vaikuttavat yksivuotisten kasvien itämiseen, jolloin ne saattavat itää joko keväällä tai syksyllä. Kedoilta voi löytää yksivuotisista ruohoista muun muassa mäkiarhon (*Arenaria serpyllifolia* L.), viherjäsenruohon (*Scleranthus annuus* L.), mäkihärkin (*Cerastium semidecandrum* L.), kevätkynsimön (*Erophila verna* L.) sekä lutukan (*Capsella bursa-pastoris* L.) (Hægström 1995). Ketokasveista osa on kaksivuotisia. Ne elävät ruusukkeina ensimmäisen kesän ja kukkivat vasta seuraavana vuonna. Näitä ovat muun muassa pölkkyruoho (*Arabis glabra* L.), masmalo, hopeahanhikki ja (*Potentilla argentea* L.). Varsinaiset kalliokasvit, keltamaksaruoho ja isomaksaruoho (*Sedum telephium* L.) kasvavat varsinkin ketojen kallioreunamilla (Hægström ym. 1995).

Ihmisen toiminnalla on aina ollut tärkeä osa niittyjen muokkaajana. Niittyjä on muokattu tallaamalla, niittämällä ja laiduntamalla (Kurtto 1993). Hamarin (2008) mukaan linnoitusalueiden useat tiet ja polut tarjoavat sekä kuivan että lämpimän kasvupaikan monille eri kasvilajeille. Käytössä olevilla linnoitusalueilla ihmisen tuoma tallaus on osaltaan myös vaikuttanut alueelle parhaiten sopeutuneeseen lajistoon. Tällaisille paikoille tyypillisimpiä kasvilajeja ovat tallausta sietävät pihatatar (*Polygonum aviculare* L.), pihasaunio (*Matricaria matricarioides* DC.) ja piharatamo (*Plantago major* L.). Avoimilla hiekkakentillä kasvaakin monia pienikokoisia ja yksivuotisia kasvilajeja, jotka viettävät suurimman osan vuodesta siemeninä. Tällöin tallauskaan ei vaikuta niiden säilymiseen paikalla. Osa kuivien niittyjen kasveista ei kuitenkaan siedä tallausta, joten ne kasvavatkin yleensä paikoissa, joissa tallauksen vaikutus on hyvin pientä. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää koiranheinää, mikä kasvaa tyypillisesti muurien katveessa (Hamari 2008).

Aallon (2009) mukaan niittämällä voidaan valikoidusti auttaa ketokasvien säilymistä ja leviämistä. Jos niitty on päässyt kasvamaan umpeen ja rehevöitymään, tällöin viikateniitto ja haravointi kerran tai kaksi kertaa kesässä on paras tapa hoitaa niittyä, mikäli laidunnus ei ole mahdollista. Kesäkuussa olisi hyvä tehdä niitto kaikille heinille ja muille ei-toivotuille suurille kasveille. Toinen niitto tulisi tehdä heinäelokuussa, jolloin osan niittykasveista voi vielä jättää siementämään. Tarkoituksena on köyhdyttää maata, jotta harvinaisten kasvilajien määrä voisi kasvaa yhä rikkaammaksi.

Niitetty kasvimassa on haravoitava ja kuljetettava pois, mieluiten muutaman kuivan päivän jälkeen, jotta kasvien siemenet ehtivät varista (Aalto 2009). Kasvillisuuden korkeudella on varjostuksen lisäksi vaikutusta niityn kosteusolosuhteisiin sekä maanpinnan lämpötilanvaihteluun, mikä edelleen vaikuttaa etenkin pienten ketokasvien menestymiseen. Tämä aiheuttaa valokilpailua matalille ketokasveille, jotka sinnittelevät kookkaampien kasvien peittäessä niiden kasvutilan. Valokilpailun kasvaessa esimerkiksi ketoneilikan populaatorakenne vanhenee populaation nuorten yksilöiden määrän pienentyessä (Berghem 2009).

Pykälän ja Alasen (2004) mukaan aikainen niitto voi sopia paremmin tietyille taantuville niittykasveille. Niitto vähentää maaperän ravinteita sekä estää korkeakasvuisia kasveja muodostamasta laajoja kasvustoja, jotka vähentävät muiden kasvien elintilaa. Niitolla on positiivinen vaikutus alueen kasvistolliseen monimuotoisuuteen (Pykälä ym. 2004).

1.2.2 Ketojen maaperä

Kedot hyötyvät kaikista kuivuutta aiheuttavista tekijöistä. Ketojen maaperä on usein kevyttä ja läpäisevää maa-aineksen ollessa hiekkaa tai soraa. Tällöin valuma- ja sadevedet poistuvat maaperästä helposti (Kurto 1993). Niittykasvit viihtyvät hyvin etenkin sellaisilla paikoilla, missä maaperän typpipitoisuus on alhainen (Lassila 1996). Niukkatyppisillä kasvupaikoilla kookkaat ja nopeakasvuiset lajit eivät pysty kilpailemaan. Maaperän ravinteiden lisääntyminen ja poistamatta jätetty kasvimassa mahdollistavat uusien kilpailijoiden saapumisen paikalle (Heikkilä ym. 1996). Etenkin suuri typpipitoisuus voi johtaa muutamien aggressiivisesti leviävien lajien, kuten koiranputken (*Anthriscus sylvestris* L.), nokkosen (*Urtica dioica* L.), pujon (*Artemisia vulgaris* L.), vuohenputken (*Aegopodium podagraria* L.) ja maitohorsman (*Epilobium angustifolium* L.) lisääntymiseen samalla heikentäen niitty- ja ketokasvien menestymistä (Jylhänkangas & Esala 2002).

Suomen ympäristökeskuksen ketojen hoitoa koskevassa tutkimuksessa (Pöyry 2007) todettiin hoitamattomien ketojen maaperän typpipitoisuuden olevan selvästi korkeampi kuin hoidettujen ketojen, mikä aiheuttaa kasvillisuuden rehevöitymistä. Pöyryn (2007) tutkimuksen mukaan maaperän typpipitoisuuden noustessa etenkin ketoja suosivien kasvilajien tiheyden on todettu laskevan. Raatikaisen ym. (2007) tutkimuksen mukaan fosfori on niitty- ja ruohokasveilla kaikkein rajoittavin kasvinravinne. Maan korkea fosforipitoisuus taas häiritsee etenkin uhanalaisten

kasvilajien kasvua ja menestystä (Olde Venterink ym. 2003). Janssensin ym. (1998) mukaan maaperän ravinnepitoisuus ja -koostumus vaikuttavat hyvin paljon niittyjen kasvustoon ja niiden diversiteettiin. Heidän tuloksensa osoittivat sekä fosforin että kaliumin suurilla pitoisuuksilla olevan negatiivinen vaikutus kasvilajien runsauteen. Tutkimuksessa todettiin 100 m²:n alueella kasvilajimäärän olevan suurimmillaan, kun fosforin pitoisuus on 4 mg/100 g maata. Myös kaliumin pitoisuuden vaikutus näkyi selvästi kasvilajien runsaudessa, joka oli suurimmillaan kalium pitoisuuden ollessa 15-20 mg/100 g maata.

1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Jotta Kustaanmiekan alueen uhanalainen ketokasvilajisto voitaisiin säilyttää, tarvitaan tietoa säilyneiden ketojen lajistosta ja siihen vaikuttavista tekijöistä sekä eri hoitotapojen vaikutuksista ketokasveihin. Tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli kartoittaa Kustaanmiekan ketojen putkilokasvilajisto ja eri lajien suhteellinen runsaus. Tutkimuksessa selvitettiin myös maaperätekijöiden ja hoitohistorian vaikutusta ketokasvilajistoon. Kartoituksen tavoitteena oli kehittää ja edistää kulttuurihistoriallisesti ja luonnonarvoiltaan arvokkaan alueen hoitoa ja ylläpitämistä.

2 Aineisto ja menetelmät

Tutkimus tehtiin kesällä 2009 Suomenlinnan (60° 8' 53" N, 24° 59' 11" E) Kustaanmiekan saarella. Kustaanmiekan alue on pinta-alaltaan noin viidesosa koko Suomenlinnan 80 hehtaarin kokonaispinta-alasta.

2.1 Kustaanmiekan kedot

Kasvillisuuskartoituksessa tutkittujen 10 kedon pinta-alat vaihtelivat, niiden ollessa noin 400 m² – 1600 m² kokoisia. Niittytyyppejä oli tutkimuksessa kolmea erilaista, joista keto oli yleisin. Osalla tutkituista paikoista esiintyi sekä ketoa että tuoretta niittyä, minkä vuoksi ne luokiteltiin yhdessä kedoksi ja tuoreeksi niityksi (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kustaanmiekalla tutkittujen ketojen pinta-alat, niittytyypit, kartoitusruutujen lukumäärät ja ketojen kaltevuudet sekä tallausluokat.

Kedot	Pinta-ala m ²	Niittytyyppi	Ruudut	Kaltevuus	Tallausluokka
1. Rantavarustuksen glasiisi	634	keto	6	1	2
2. A 2 luonnonalue	1300	keto/tuoreniitty	8	1	0
3. Ulkovarustuksen glasiisi	394	keto/tuoreniitty	6	3	0
4. Kustaanmiekan sisäosan hiekkataso	482	keto	8	1	2
5. Bastioni Zander	1273	keto	10	0	1
6. Makeavesialtaiden luonnonalue	1056	kallioketo	8	1	2
7. Patteri 4 vallialue	872	keto/tuoreniitty	8	3	0
8. Patteri 1 vallialue	1584	keto	12	2	1
9. A 33 ruutikellari	926	keto	8	0	1
10. A 2 eteläpuolen kallioalue	1136	kallioketo	8	0	1

Kaltevuusluokat: 0 = tasainen maa, 1 = heikosti vino, 2 = melko jyrkkä, 3 = jyrkkä

Tallausluokat: 0 = ei tallausta, 1 = vähän tallausta, 2 = runsaasti tallausta

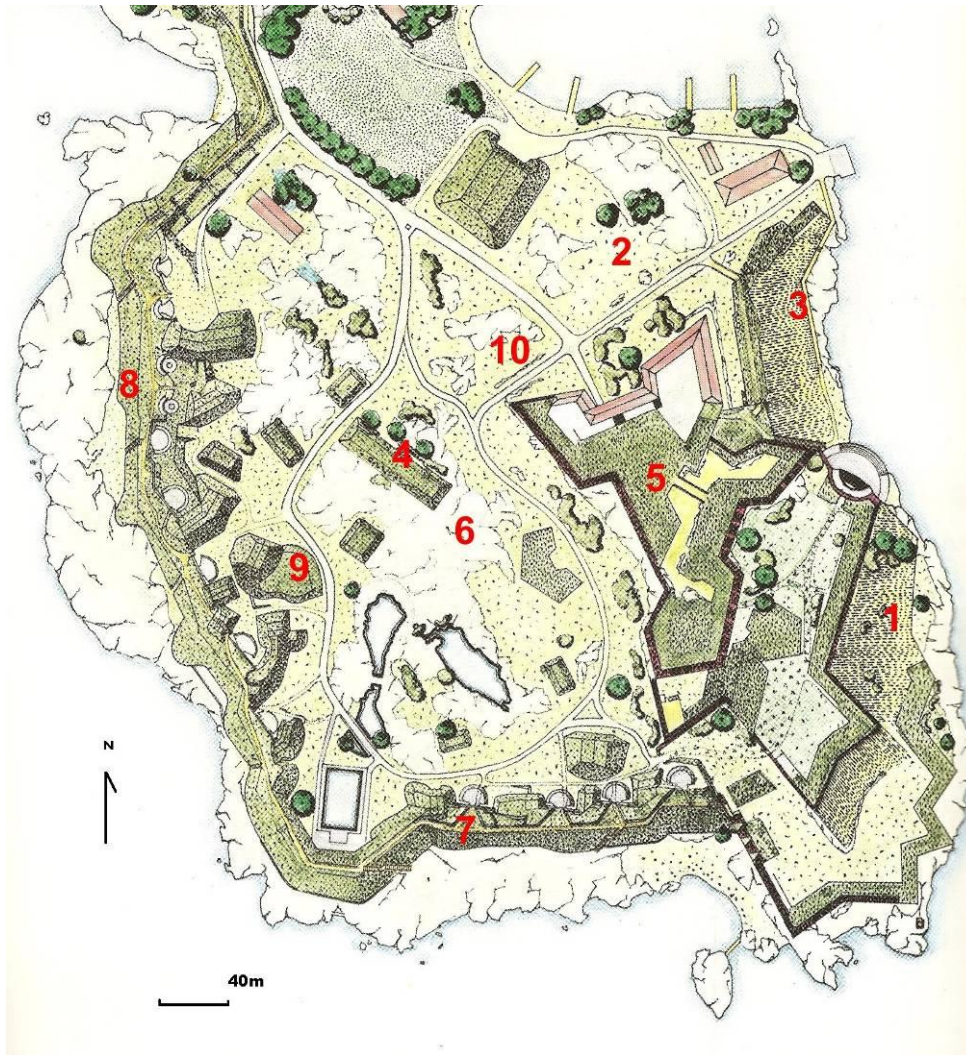
Maastotyöt suoritettiin kesä- ja heinäkuussa, minkä lisäksi kevät- ja loppukesän kukkijoista tehtiin erikseen listauksen sen hetken kukkivista kasvilajeista. Maaperän laatua mitattiin ottamalla jokaiselta kedolta maaperänäyte.

Tarkoituksena oli saada aineistoa Hidenin, Rintasen ja Vuokon tekemien inventointien lisäksi. Kustaanmiekan kasvistosta ei ole tiettävästi laskettu peittävyksiä aikaisemmin, vaan alueelta on kartoitettu, yksinkertaisia runsausluokkia käyttäen, pelkästään siellä kasvavat puut, pensaat ja putkilokasvit. Maastolomakkeeseen koottiin kaikki ruuduilla ja niiden ulkopuolella kasvaneet putkilokasvilajit.

Kasvillisuustyypit luokitellaan kasvilajiston runsaussuhteiden ja alueella kasvavien valtalajien perusteella (Pykälä ym. 1994, Toivonen & Leivo 2001). Kustaanmiekassa on erityisen paljon kulutusherkkiä alueita, minkä vuoksi tutkimus suoritettiin tyypillisillä ketoalueilla. Kuivaa niittyä eli ketoa ja kallioketoa esiintyy paljon etenkin hiekkaisilla linnoitusvalleilla ja kalliopinnoilla. Kalliokedot ovat suurilta osin ohutmultaisia karuja kallioketoja. Muutamit kedot olivat kalkkivaikutteisia, vallien rakenteisiin käytetyn laastin huuhtoutuessa veden mukana kasvupaikalle. Osa kedoista oli päässyt

rehevöitymään vuosien varrella, muun muassa vadelman (*Rubus idaeus* L.) ja pujon vallatessa alaa. Kasvillisuuskartoitukseen valitut kedot sijaitsivat eri puolilla Kustaanmiekkää kartoituksen käsittäessä tasapuolisesti Kustaanmiekan alueen erilaiset ketoalueet. Kedot numeroitiin ja nimettiin Rantavarustuksen glasiisiksi (1), A 2 luonnonalueeksi (2), Ulkovarustuksen glasiisiksi (3), Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasoksi (4), Bastioni Zanderiksi (5), Makeavesialtaiden luonnonalueeksi (6), Patteri 4 vallialueeksi (7), Patteri 1 vallialueeksi (8), A 33 ruutikellariksi (9) ja A 2 eteläpuolen kallioalueeksi (10) (Kuva 1).

Kuvassa 1 nimetyt kedot valittiin sellaisilta kasvupaikoilta, joissa ketokasvillisuus muodosti suurimman osan kasvistosta, jolloin niiden tyypillinen niittytyyppi oli joko keto tai kallioketo (Taulukko 1). Kedot valittiin osaksi myös Suomenlinnan hoitokunnan pyynnöstä sellaisilta alueilta, joiden hoitomenetelmiin ja kasvistolliseen kuvaan pyritään samaan lisäselvitystä. Kedot olivat sijainniltaan hyvin erilaisia, minkä vuoksi myös erilaisten kasvupaikkojen määrä oli runsas. Ketojen sijainnit käsittivät muun muassa ruutikellarien ympäristön, bastionin päällysteen ympäristön, rantavarustuksen ympäristön sekä glasiisin eli linnoitusluiskan ympäristön.



Kuva 1. Ketojen sijainnit Suomenlinnan Kustaanmiekan kesällä 2009. (Kuva. Helander ym. 1987). Muokkaukseen käytetty MapInfo -ohjelmaa.

Tutkimuksessa kartoitettujen ketojen ominaisuuksissa oli runsaasti muun muassa kasvistollisia eroja. Esimerkiksi Rantavarustuksen glasiisi, A 2 luonnonalue ja Ulkovarustuksen glasiisi olivat muita ketoja paljon rehevämpiä kasvustoltaan, kun esimerkiksi Kustaanmiekan sisäosan hiekkataso oli hyvin kuiva ja kasvistoltaan heinävaltainen. Myös erilaisten maaperätekijöiden eroavaisuudet ketojen välillä olivat helposti havaittavissa. Maaperän pintamaan paksuus vaihteli runsaasti erilaisilla kasvupaikoilla ja sen vaikutus näkyi myös osittain ketojen kasvistossa. Tyypillisten kallioketojen kasvisto oli selvästi matalampaa ja monipuolisempaa kuin rehevämällä rantaniityillä. Maaperältään ja kasvustoltaan rehevämmillä kedoilla esiintyi myös enemmän tyypillisempiä tuoreen niityn kasvilajeja, minkä vuoksi niiden niittyluokka luokiteltiin sekä kuivaksi että tuoreeksi niityksi. Kartoitettujen ketojen koon vaihdellessa paljon, niille myös mahtui erilaisia kasvillisuustyyppisiä, kuivasta kalliokedosta rantojen tuoreisiin niittyihin. Kasvillisuustyyppien erot näkyivät selvästi

esimerkiksi Patteri 4 vallialueen ja Patteri 1 vallialueen välillä. Myös ketojen sisäiset kaltevuuden erot mahdollistivat erilaisten kasvillisuustyyppien olemassaolon saman kedon sisällä, jolloin esimerkiksi ylempänä rinnettä maaperä saattoi olla hyvin kuiva, rinteiden alaosan ollessa paljon kosteampi.

2.2 Kasvillisuuskartoitus ja kasvillisuuden korkeuden mittaaminen

Kesä- ja heinäkuussa laskettiin lajien määrä ja arvioitiin kunkin lajin peittävyys 6-12:lta yhden neliömetrin (1 m x 1 m) ruudulta ketoa kohden kunkin kedon pinta-alasta. Pienemmällä kedoilla, jotka olivat kooltaan noin 400 m², tutkittiin 6 ruutua, kun taas pinta-alaltaan suuremmilla kedoilla tutkittiin 8-12 ruutua pinta-alan ollessa noin 600 m²-1600 m². Tutkittujen ketojen kokonaispinta-ala oli 9657 m². Kesä- ja heinäkuussa tutkimusruuduilla esiintyneiden lajien lisäksi kedoilta laskettiin kevät- ja heinäkuukukkijat 15-29.5.2009 ja loppukesän kukkijat 1.-12.8.2009 koko kedon alueelta.

Tutkimuksessa käytettiin systemaattista otantaa, jossa kasvilajien peittävyys laskentaan tehdyt ruudut sijoitettiin kedolle vedetyn keskilinjan molemmille puolille. Keskilinja sijoitettiin kohtaan, jonka molemmilta puolilta oli mahdollista tutkia kedo- ja kasvillisuutta ja sen muita ominaisuuksia. Jokainen ruutu sijoitettiin noin 20 senttimetrin päähän keskilinjasta. Näin ollen keskilinjan molemmille puolille sijoitettiin ruudut, niiden sijaitessa vierekkäin niin sanotusti ruutuparina linjan ollessa niiden keskellä. Ruudut jaettiin kullekin kedolle niin, että kunkin ruutuparin etäisyys toisesta ruutuparista oli aina yhtä pitkä samalla kedolla.

Osa kedoista sijaitsi rinteessä, joten ruudut tehtiin niille rinteiden myötäisesti joko kahdelle tai kolmelle riville riippuen rinteiden korkeudesta. Tällöin ensimmäinen rivi tehtiin rinteiden yläosaan, toinen rinteiden keskiosaan ja kolmas rinteiden pohjalle. Maastoltaan tasaisilla kedoilla ruudut tehtiin samansuuntaisesti yhteen riviin. Jokaisen ruudun etäisyys linjan muista ruuduista riippui kedolle tehdyn keskilinjan pituudesta. Linja pyrittiin tekemään koko kedon pituudelle, jolloin ruutuparien etäisyys laskettiin jakamalla koko kedon pituus sille tehtävien ruutuparien määrällä.

Kunkin lajin peittävyys arvioitiin 1m²:n ruuduilta käyttäen asteikkoa 1-100 %. Jos aloilla kasvoi ruutujen ulkopuolella muita kasvilajeja tai jos jonkin lajin peittävyys oli alle 1 %, merkittiin laji rastilla (x) lomakepohjaan. Putkilokasvien tunnistuksessa käytettiin apuna Retkeilykasviota (Hämet-Ahti ym. 1998) sekä Suurta Pohjolan kasviota (Mossberg & Stenberg 2005).

Ruuduilta kartoitettiin myös pohjakerroksesta sammalen, karikkeen ja putkilokasvilajien eli kasvillisuuden pohjakerroksen kokonaispeittävyys (%) sekä paljaan maan, kivien sekä kallion osuus (%). Alun perin tarkoituksena oli kartoittaa myös jäkälien osuus ruuduilta, mutta vähäisyytensä vuoksi niitä ei laskettu. Kasvillisuuden keskimääräinen korkeus mitattiin jokaiselta ruudulta kullakin kedolla 30.6. ja 29.7. Mittauksessa käytettiin apuna mittanauhaa.

2.3 Ketojen hoitohistoria

Kedot jaettiin kolmeen eri hoitoluokkaan niiden hoitohistorian perusteella. Tällöin kedot olivat joko säännöllisesti hoidettuja, epäsäännöllisesti hoidettuja tai hoitamattomia. Osa kedoista on kunnostettu viimeisten vuosikymmenten aikana, kun toiset kedot on jätetty alkuperäiseen muotoonsa (Taulukko 2). Ketojen hoitohistoria saatiin Suomenlinnan hoitokunnalta.

Kustaanmiekkan ketojen hoitomenetelmät painottuvat kasvukaudella tehtävään niittoon. Tutkimukseen valittiin eri tavoin hoidettuja ketoja, joiden hoitohistoria vaihteli myös erittäin paljon. Ketojen niittäminen aloitetaan yleensä, kohteista ja kasvukauden sääolosuhteista riippuen, jo kesäkuun alkupuolella ja niitot jatkuvat aina syyslokakuulle saakka. Maaston muodot ovat Kustaanmiekalla vaihtelevia, joten hoitoa on vaikea toteuttaa muun muassa jyrkillä rinteillä. Kustaanmiekkan ollessa suosittu turistikohde vallien ja muuritusten hoidolla pidetään huolta myös alueen turvallisuustekijöistä. Vallien ja muuritusten kasvillisuus pyritään pitämään mahdollisimman siistinä ja kasvillisuuden rehevöitymistä estetään niitolla.

Kasvillisuus on päässyt paikoin melko reheväksi, ukonpalon ja pujon syrjäyttäessä muut pienemmät kasvit. Kedot, jotka sijaitsivat rantajyrkänteillä, olivat paikoin rehevöityneet, sillä näiden alueiden pääasiallisena hoitona on käytetty kulotusta, joka on ollut viimeisten neljän kuivan kevään vuoksi mahdotonta. Muutamia aiemmin hoitamattomina olleita alueita niitettiin tutkimuksen päätyttyä syyskesällä 2009.

Patteri 4 vallialueen ja A 33 ruutikellarin maan rakennetta on kunnostettu perusteellisemmin, kun muille kedoista on tehty vain joitakin paikkauksia ja pienempiä kunnostuksia. Tehdyissä kunnostuksissa maata on usein viety alueelta pois ja tuotu sen tilalle joko Suomenlinnan omaa kompostimaata tai muualta tuotua multaa (Iina Johansson, Suomenlinnan hoitokunta, henkilökohtainen tiedonanto). Kesällä 2009 A 33

ruutikellarin alue aidattiin kokonaan, jotta alueelle kohdistuvaa tallausta saataisiin vähennettyä ja paikan kasvillisuuden tilaa parannettua.

Taulukko 2. Kedoilla tehdyt hoitotoimet ja kunnostukset sekä hoitoluokitus.

Kedot	Hoitotoimet	Kunnostukset	Hoitoluokka
1. Rantavarustuksen glasiisi	niitto	kaninkolojen täyttö, puuston raivaus	säännöllinen
2. A 2 luonnonalue	-	kulotettu	epäsäännöllinen
3. Ulkovarustuksen glasiisi	niitto	polun täyttö maalla	säännöllinen
4. Kustaanmiekan sisäosan hiekkataso	-	lisätty hiekkaa	epäsäännöllinen
5. Bastioni Zander	niitto	-	säännöllinen
6. Makeavesialtaiden luonnonalue	luonnonvarainen	-	hoitamaton
7. Patteri 4 vallialue	niitto, kulotus	rinne kunnostettu 1980-luvulla	epäsäännöllinen
8. Patteri 1 vallialue	niitto	-	epäsäännöllinen
9. A 33 ruutikellari	niitto	valumia kunnostettu kesällä 2000, maan lisääminen	säännöllinen
10. A 2 eteläpuolen kallioalue	niitto	-	epäsäännöllinen

2.4 Ympäristömuuttajat

2.4.1 Maaperäanalyysit

Maaperänäytteet kerättiin elokuussa 2009. Yhdeltä kedolta näyte kerättiin seitsemästä kymmeneen osanäytteestä, jotka otettiin kedon ruuduilta, niin että jokaisesta ruudusta saatiin ainakin yksi osanäyte. Osanäytteiden määrä vaihteli maaperän mukaan, riippuen muun muassa kotojen maan karikkeen määrästä. Jokainen osanäyte otettiin maakairalla noin 10 cm:n syvyydeltä, jolloin jokainen osanäyte sisälsi 10 cm maata. Osanäytteet koottiin yhdeksi näytteeksi, josta poistettiin lopuksi karike ja kivet. Jos maaperä oli jossain kohdassa ohuempi kuin 10 cm, osanäytteeseen otettiin lisää maata saman ruudun eri kohdasta. Osanäytteet sekoitettiin huolella yhdeksi kokoomanäytteeksi, joita saatiin yksi jokaiselle kedolle. Osa kedoille tehdyistä ruuduista sijaitsi kallioisilla paikoilla.

Tällöin maaperänäyte otettiin pelkästään kallion pinnalta. Puolet näytteistä otettiin ensimmäisenä näytteenottopäivänä 7. elokuuta, jolloin niitä pidettiin viileäkaapissa ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) vuorokauden ajan. Loput näytteistä kerättiin 8. elokuuta, minkä jälkeen kaikki näytteet lähetettiin analysoitavaksi Viljavuuspalvelu Oy:öön.

Viljavuuspalvelu Oy määrittäi kustakin näytteestä maalajin, multavuuden, pH:n, johtoluvun sekä helppoliukoisen kalsiumin (Ca), kaliumin (K), fosforin (P), magnesiumin (Mg), rikin (S), natriumin (Na), kuparin (Cu), sinkin (Zn), mangaanin (Mn), raudan (Fe), kadmiumin (Kd) ja lyijyn (Pb) pitoisuudet. Lisäksi näytteistä määritetään nitraatti- ja ammoniumtyyppi (NO_3^- -N ja NH_4^+ -N).

2.4.2 Sääolot

Tutkimuksessa verrattiin kasvukauden 2009 lämpötilaa ja sadantaa vuosien 1996-2008 keskiarvoihin. Tarvittavat tiedot ilmasto-oloista saatiin Suomenlinnan eteläpuolelta sijaitsevalta täysin automaattisesti toimivalta Harmajan rannikkosääasemalta ($60^{\circ} 06' 30'' \text{ N}$, $24^{\circ} 58' 53'' \text{ E}$). Merialueella sijaitseva Harmaja mittaa sääoloja FD12P anturilla (Weather Sensor FD12P, Vaisala, Suomi), jolla saadaan mitattua myös sadanta. Sadannan mittaustulokset voivat vaihdella merkittävästi, sillä Harmajalla sijaitseva mittari voi tulkita merestä kovan merenkäynnin aikana tulleen tyrskyn sateeksi. Elokuun sadantaa ei saatu vuosilta 1996 ja 1997, joten elokuun sadannan keskiarvosta puuttuvat kahden vuoden tulokset (Pauli Rissanen, Ilmatieteen laitos, henkilökohtainen tiedonanto 26.10.2009).

Suomessa kasvukausi alkaa silloin, kun vuorokauden keskilämpötila on pysyvästi yli $+5^{\circ}\text{C}$ (Jaakkola 2001). Kasvukausi alkaa Suomenlinnassa yleensä noin viikkoa myöhemmin kuin mantereella. Suomenlinnassa se alkoi mitä ilmeisimmin toukokuun alkupuolella, kun Helsingin Kaisaniemessä kasvukauden alku sijoittui jo huhtikuun lopulle (Ilmatieteen laitos 2009). Vuoden 2009 keväällä huhti- ja toukokuussa Harmajalta mitatut lämpötilat olivat hieman korkeampia kuin keskimäärin vertailujaksolla 1996–2008. Heinä- ja elokuun lämpötilat olivat sen sijaan keskimääräistä alempia. Koko kasvukauden sadanta oli alhaisempi kuin vertailuaikana, lukuun ottamatta heinäkuuta, jolloin sademäärä oli suurempi kuin vertailuaikana (Taulukko 3).

Poikkeuksellisen pieni sademäärä mitattiin huhtikuussa, jolloin sadanta oli vain muutaman millimetrin, mikä on voinut vaikuttaa kevätkukkijoiden kukintaan ja sen

ajankohtaan. Keskilämpötilalla ja sadannalla on myös yhteys toisiinsa, kun vertaillaan niitä keskenään. Kun sadanta on ollut suurempaa, lämpötila on vastaavasti ollut pienempi. Kesän 2009 sääolot olivat tilastojen perusteella melko tyypillisiä Suomenlinnassa. Keväällä keskilämpötila nousi nopeasti huhti- ja toukokuun aikana ja tasoittui noin +16 °C:seen heinä- ja elokuussa.

Taulukko 3. Keskilämpötila ja kokonaissademäärä Harmajalla huhti-elokuussa 2009 ja vertailuaikana 1996-2008. (Ilmatieteen laitos)

Kuukausi	Keskilämpötila (°C)		Sademäärä (mm)	
	2009	1996- 2008	2009	1996- 2008
Huhtikuu	2,8	2,3	3,2	18,9
Toukokuu	8,8	7,5	15,6	18,6
Kesäkuu	13,1	12,8	34,0	38,9
Heinäkuu	16,6	16,9	46,9	39,4
Elokuu	16,6	16,7	33,0	32,5

2.4.3 Ketojen kaltevuus

Ketojen kaltevuus määritettiin silmämääräisesti asteikolla 0-3, missä 0 = tasainen maa, 1 = heikosti vino, 2 = melko jyrkkä, 3 = jyrkkä. Osa kedoista sijaitsi paikassa, jossa maan kaltevuus vaihteli ruutujen välillä. Tällöin kaltevuuden katsottiin olevan 0, 1, 2 tai 3 riippuen mitä kaltevuusastetta kedolla esiintyi eniten (Taulukko 1).

2.4.4 Tallauksen vaikutus kasvillisuuteen

Ketojen ihmisvaikutusta mitattiin maan tallauksella. Kedot jaettiin virkistyskäytön aiheuttaman tallauksen perusteella kolmeen eri luokkaan, jossa 0 = ei tallausta, 1 = vähän tallausta, 2 = runsaasti tallausta (Taulukko 1). Tallausluokka arvioitiin silmämääräisesti muun muassa ketojen polkujen määrästä ja siitä miten paljon ihmisiä kedoilla liikkui päiväsaikaan. Myös maastonmuodoista pystyi arvioimaan, oliko tallaus mahdollista kyseisellä paikalla. Esimerkiksi rinteessä sijaitsevilla kedoilla tallaus oli kutakuinkin mahdotonta.

2.5 Tilastolliset menetelmät

Tutkimuksessa laskettiin jokaiselle kedolle eri putkilokasvilajien peittävyyskeskiarvot ja keskihajonnat ruutukohtaisten tulosten perusteella. Lisäksi kullekin kedolle laskettiin Shannon-Wienerin diversiteetti-indeksi (Hanski ym. 1998), minkä avulla verrattiin kunkin kedon lajiston sisäistä monimuotoisuutta. Diversiteetti-indeksi laskettiin ensiksi kaikilta kedon ruuduilta, minkä jälkeen ruutujen indekseistä laskettiin keskiarvo koko kedolle. Maaperätekijöiden, kuten eri kasviravinteiden ja pH:n yhteyttä ketojen kasvilajimäärään ja kasvillisuuden korkeuteen mitattiin Pearsonin korrelaatiolla (Ranta ym. 1989). Tallauksen vaikutusta ketojen kasvilajimäärään ja kasvillisuuden korkeuteen testattiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Riippumattoman t-testin avulla tutkittiin säännöllisen ja epäsäännöllisen hoidon vaikutusta ketojen kasvilajimääriin ja kasvillisuuden korkeuteen (Ranta ym. 1989 & Rita 2008). Tilastolliset analyysit tein SPSS for Windows 17.0 – ohjelmalla.

3 Tulokset

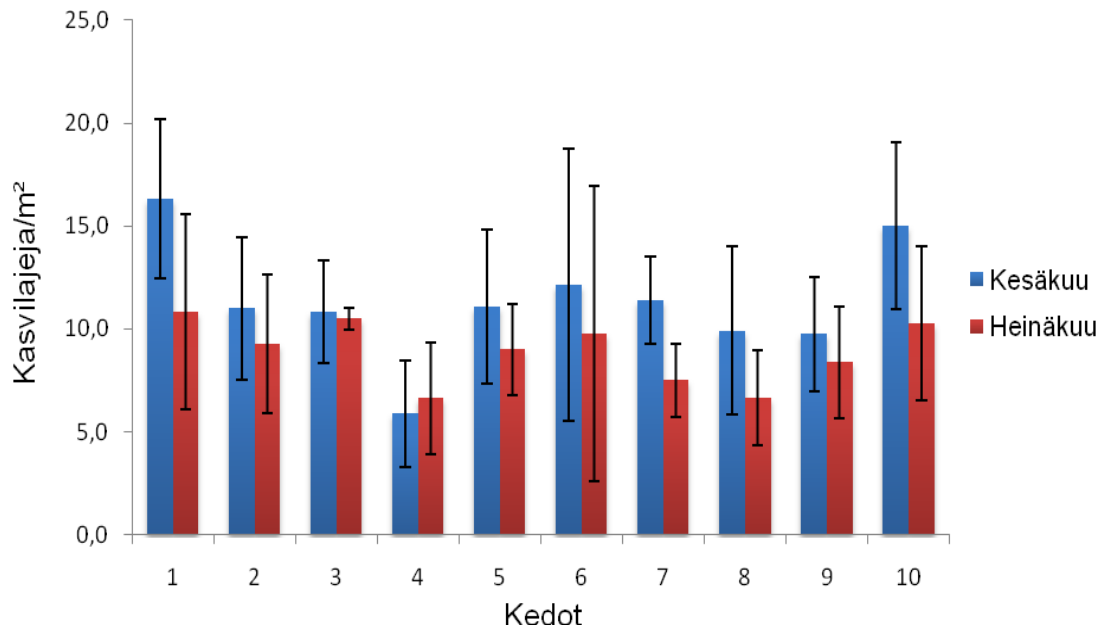
3.1 Ketojen kasvillisuus ja sen diversiteetti

Suomenlinnan Kustaanmiekan kedoilta löydettiin yhteensä 120 eri putkilokasvilajia kesällä 2009 (Liite 1). Tutkittujen ketojen kokonaislajimäärä vaihteli Kustaanmiekan sisäosan hiekkatason 40:stä A 2 luonnonalueen 60:een. Kasvilajien määrä/m² oli pienimmillään Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasolla, 6,3 kasvilajia/m² ja suurimmillaan Rantavarustuksen glasiisilla, 13,6 kasvilajia/m². Kedoilta lasketut Shannon-Wienerin diversiteetti-indeksit vaihtelivat Kustaanmiekan sisäosan hiekkatason indeksistä 1,4 rantavarustuksen glasiisin indeksiin 2,3 (Taulukko 4).

Taulukko 4. Ketojen kokonaislajimäärät, kasvilajien lukumäärä /m² ja Shannon-Wienerin diversiteetti-indeksi.

Kedot	Kokonaislajimäärä	Kasvilajeja/m ²	Shannon-Wienerin indeksi
1. Rantavarustuksen glasiisi	53	13,6	2,3
2. A 2 luonnonalue	60	10,1	2,1
3. Ulkovarustuksen glasiisi	52	10,7	2,0
4. Kustaanmiekan sisäosan hiekkataso	40	6,3	1,4
5. Bastioni Zander	45	10,1	1,7
6. Makeavesialtaiden luonnonalue	59	10,9	1,9
7. Patteri 4 vallialue	52	9,4	1,9
8. Patteri 1 vallialue	57	8,3	1,6
9. A 33 ruutikellari	45	9,1	1,6
10. A 2 eteläpuolen kallioalue	50	12,6	2,1

Kedoilla kasvoi runsaasti muun muassa siankärsämöä (*Achillea millefolium* L.), koiranheinää, punanataa (*Festuca rubra* L.) ja hopeahanhikkia. Sotatulokaslajeista harmiota kasvoi kaikilla kedoilla, kun ukonpalkoa esiintyi runsaasti vain rannanpuoleisilla kedoilla. Ketojen kasvilajien lukumäärä/m² kesä- ja heinäkuussa vaihteli huomattavasti. Suurin ero kasvilajien määrässä oli Rantavarustuksen glasiisilla, missä kasvilajeja löytyi ruuduilta kesäkuussa 16,3 lajia, kun heinäkuussa löydettyjen kasvilajien määrä oli vähentynyt 10,8 lajiin. Ketojen kasvilajien määrä väheni pääsääntöisesti heinäkuussa, mutta Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasolla (4) määrä nousi 0,7 lajia. Suurinta ruuduttaista hajontaa esiintyi Makeavesialtaan luonnonalueen (6) ruutujen välillä, missä ruuduittainen keskihajonta oli 6,8. Pienintä kasvilajimäärän ruuduittainen vaihtelu oli Ulkovarustuksen glasiisilla (3), minkä ruuduittainen keskihajonta oli vain 1,7 (Kuva 2).



Kuva 2. Kedoilla 1 m² -tutkimusruuduilla esiintyneiden putkilokasvilajien lukumäärä (keskiarvo±keskihajonta, n = 6-12) kesä- ja heinäkuussa 2009.

3.1.1 Kevätkukkijat

Ketojen kevätkukkijoiden määrä vaihteli runsaasti. Suurin osa kukkijoista kasvoi kedoilla ja kalliokedoilla, joiden lajimäärät olivat selvästi suuremmat verrattuna kosteampien tuoreen niityn/kedon kevätkukkijoiden määrään (Liite 1). Kevätkukkijoita löytyi jokaiselta kedolta toukokuun puolesta välistä kesäkuun alkuun asti. Kukkijoita oli muun muassa ruotsinpitkäpalko (*Arabidopsis suecica* L.), lituruoho (*Arabidopsis thaliana* L.), mäkihärkki (*Cerastium semidecandrum* L.), pystykiurunkannus (*Corydalis solida* L.), pikkukäenrieska (*Gagea minima* L.), kevätkynsimö (*Erophila verna* L.) ja keto-orvokki (*Viola tricolor* L., kuva 3), joka kukki lähes koko kesän ajan (Liite 1). Ketojen kevätkukkijoista harvinaisin oli keltamo (*Chelidonium majus* L.), jota kasvoi ainoastaan Rantavarustuksen glasiisilla.



Kuva 3. Ketojen kevätukukijojita. Kuvassa pikkukäenrieska ja keto-orvokki.

3.1.2 Kedoilla esiintyneet kasvilajit kesä- ja heinäkuussa

Suurin osa kesä- ja heinäkuussa löydettyistä kasvilajeista kuului Kustaanmiekkan ketojen yleisimpiin ja runsaimpiin kasvilajeihin, joita löytyi jokaiselta kedolta (Taulukko 5). Kustaanmiekalla esiintyi paljon muitakin kesäkukkijojita, kuten keltamaksaruoho, puna-apila (*Trifolium pratense* L.), heinätähdimö (*Stellaria graminea* L.), mäkiarho, ketomaruna (*Artemisia campestris* L.) ja nurmipuntarpää (*Alopecurus pratensis* L.) (Kuva 4) (Liite 1). Suurin osa kesäkukkijojista kukki jo heinäkuussa. Elokuussa löydettyjä uusia kukkijojita olivat vain rantakukka (*Lythrum salicaria* L.), nurmilaukka (*Allium oleraceum* L.) ja jauhosavikka (*Chenopodium album* L.). Nurmilaukka esiintyi jo heinäkuussa, mutta sen kasvupaikkoja löytyi lisää elokuussa. Osa kesäkukkijojista aloitti kukintansa varhain kesäkuussa ja jatkoi kukintaansa elokuulle asti.



Kuva 4. Kedoilta kesä- ja heinäkuussa löydettyjä kasvilajeja. Kuvassa heinätähdimö ja keltamaksaruoho.

Muutamia kasvilajeja löytyi vain muutamalta kedolta. Näitä olivat tuoksusimake, terhi (*Asperugo procumbens* L.), merivirmajuuri (*Valeriana sambucifolia* subsp. *salina* L.), luhtalitukka (*Cardamine pratensis* L.), ketoneilikka, masvalo ja pikkurantamatara

(*Galium palustre* subsp. *palustre* L.) (Liite 1). Nämä kukkijat löytyivät paikoista, joissa olosuhteet olivat niiden kasvupaikoille kaikkein suotuisimmat ja tyypillisimmät (Kuva 5).



Kuva 5. Ketojen harvinaisimpia kasvilajeja. Kuvassa masmalo ja ketoneilikka.

3.1.2 Ketojen yleisimmät ja runsaimmat kasvilajit

Ketojen kasviston levinneisyys ja sen jakautuminen erilaille kasvupaikoille näkyi Kustaanmiekalla selvästi, jolloin osa kasvilajeista saattoi kasvaa kaikilla kedolla, toisten lajien menestyessä vain yhdellä kasvupaikalla. Yleisimpiä kedoilla kasvaneista kasvilajeista olivat koiranheinä ja juolavehnä, jotka kasvoivat kaikilla kedolla (Taulukko 5). Myös muita yleisiä kasvilajeja löytyi jokaiselta kedolta sekä ruuduilta että niiden ulkopuolelta. Niitä olivat esimerkiksi siankärsämä, punanata, pietaryrtti (*Tanacetum vulgare* L.) ja hopeahanhikki. Punanata oli yksi runsaiten kasvaneista kasvilajeista, jonka peittävyys oli suurimmillaan 25,25 Kustaanmiekkan sisäosan hiekkatasolla. Nurmirölliä kasvoi runsaasti Makeavesialtaiden luonnonalueella, sen peittävyysprosentin ollessa 10,00. Ketojen runsaimpien kasvilajien määrä vaihteli muutenkin melko paljon. Runsainten kasvaneiden kasvilajien peittävyys oli suurinta Kustaanmiekkan sisäosan hiekkatasolla, Bastioni Zanderilla ja Patteri 1 vallialueella (Taulukko 5). Etenkin punanataa kasvoi runsaasti kyseisillä kedoilla. Suurin osa A 2 luonnonalueen ja Patteri 4 vallialueen kasvilajeista eivät kuuluneet runsainten kasvaneiden kasvilajien listaan. Vain ukonpalko kasvoi runsaasti Patteri 4 vallialueella, missä sen peittävyys oli 7,25 (Liite 1).

Taulukko 5. Suomenlinnan Kustaanmiekan ketojen yleisimmät ja runsaimmat kasvilajit sekä niiden peittävydet (keskiarvo±hajonta) 1m² ruuduilla kesällä 2009.

Kasvilajit		1. Rantavarustuksen glasisi	2. A 2 luonnonalue	3. Ulkovarustuksen glasisi	4. Kustaanmiekan sisäosan hiekkataso	5. Bastioni Zander	6. Makeavesialtaiden luonnonalue	7. Patteri 4 vallialue	8. Patteri 1 vallialue	9. A 33 ruutikellari	10. A 2 eteläpuolen kallioalue
<i>Achillea millefolium</i>	siankärsämö	x	1,06 (1,05)	0,75 (0,61)	0,94 (1,86)	2,55 (2,59)	0,56 (0,82)	1,45 (1,34)	1,29 (1,86)	0,75 (1,03)	0,81 (1,55)
<i>Agrostis capillaris</i>	nurmirölli	0,58 (1,42)	0,88 (2,47)	0,33 (0,60)	1,19 (3,16)	0,30 (0,67)	10,00 (13,79)	x	x	0,38 (0,74)	x
<i>Berteroa incana</i>	Harmio	0,41 (0,66)	x	x	x	0,20 (0,34)	x	x	0,29 (0,49)	0,25 (0,26)	0,75 (1,60)
<i>Dactylis glomerata</i>	koiranheinä	7,00 (2,64)	3,00 (3,11)	2,83 (3,01)	0,18 (0,53)	0,80 (1,05)	1,18 (1,96)	3,75 (4,84)	0,13 (0,31)	0,06 (0,17)	5,13 (4,88)
<i>Elymus repens</i>	juolavehnä	1,50 (1,89)	3,18 (2,20)	3,58 (2,39)	5,68 (7,66)	4,15 (4,34)	0,50 (0,80)	6,50 (4,39)	2,45 (3,34)	0,88 (0,72)	0,93 (1,67)
<i>Festuca rubra</i>	punanata	1,25 (1,66)	x	2,25 (3,51)	25,25 (8,18)	23,55(21,64)	1,12 (1,38)	1,06 (1,36)	20,62 (24,09)	18,87 (8,26)	9,18 (8,91)
<i>Galium album</i>	paimenmatara	x	9,43 (4,00)	5,16 (3,12)	x	2,05 (3,85)	0,12 (0,35)	2,62 (3,61)	1,37 (1,96)	0,12 (0,35)	x
<i>Hieracium umbellatum</i>	sarjakeltano	2,00 (2,38)	x	x	0,18 (0,37)	0,95 (1,03)	0,75 (1,41)	x	0,29 (0,58)	0,18 (0,37)	1,12 (1,21)
<i>Myosotis arvensis</i>	peltolemmikki	0,58 (0,37)	x	x	x	x	0,18 (0,37)	0,31 (0,59)	0,12 (0,31)	x	0,37 (1,06)
<i>Potentilla argentea</i>	hopeahanhikki	11,83 (9,30)	x	0,91 (0,97)	8,06 (6,02)	2,95 (2,96)	3,50 (3,50)	3,81 (4,62)	4,41 (3,36)	3,12 (2,41)	5,75 (3,63)
<i>Tanacetum vulgare</i>	pietaryrtti	x	1,37 (1,92)	1,08 (2,65)	0,06 (0,17)	0,75 (1,45)	1,68 (2,40)	2,50 (2,49)	0,33 (0,68)	0,12 (0,35)	x
<i>Taraxacum</i> spp.	voikukka	0,83 (0,93)	x	x	0,37 (1,06)	0,40 (0,51)	0,06 (0,17)	x	x	0,31 (0,59)	0,12 (0,35)
<i>Trifolium repens</i>	valkoapila	4,50 (4,73)	x	0,41 (1,02)	1,12 (2,47)	13,15 (13,09)	0,37 (0,44)	x	1,33 (2,18)	3,06 (5,01)	2,93 (2,49)
<i>Viola arvensis</i>	pelto-orvokki	x	x	x	x	x	0,62 (1,06)	x	0,25 (0,39)	0,31 (0,45)	0,37 (0,69)

x= lajit, joita esiintyi
ketojen ruutujen
ulkopuolella

3.1.3 Sotatulokkaat

Kustaanmiekan kedoilta löydetystä sotatulokaslajeista yleisimpinä voidaan pitää harmiota ja ukonpalkoa. Harmio kasvoi jokaisella kedolla, kun taas ukonpalko kasvoi rehevämmissä kasvupaikoilla ja kosteusoloiltaan paremmilla kedoilla. Muita saarella kasvaneita venäläistulokkaita olivat karvahorsma, terhi ja kenttätyräkki (Kuva 6). Kenttätyräkkiä löytyi vain Patteri 4 vallialueen merenrantarinteestä. Karvahorsma oli löytänyt kasvupaikakseen sekä kostean kallionpainanteen että merivedelle alttiin rantakallion alaosan. Polemokoreja löytyi eniten merenrannalla sijaitsevilta kedoilta (Taulukko 6).



Kuva 6. A 33 ruutikellari, jolla kasvoi sinikukkainen sotatulokaslaji terhi.

Taulukko 6. Kustaanmiekan ketojen sotatulokaslajit

Kedot	Sotatulokaslajit
1. Rantavarustuksen glasiisi	harmio, ukonpalko
2. A 2 luonnonalue	harmio, ukonpalko
3. Ulkovarustuksen glasiisi	harmio, ukonpalko
4. Kustaanmiekan sisäosan hiekkataso	harmio
5. Bastioni Zander	harmio, ukonpalko
6. Makeavesialtaiden luonnonalue	harmio
7. Patteri 4 vallialue	harmio, ukonpalko, kenttätyräkki
8. Patteri 1 vallialue	harmio, ukonpalko, karvahorsma, terhi
9. A 33 ruutikellari	harmio, ukonpalko, terhi
10. A 2 eteläpuolen kallioalue	harmio, karvahorsma

3.1.3 Kasvillisuuden korkeus kesä- ja heinäkuussa

Kasvillisuuden korkeus kетоjen välillä vaihteli jonkin verran, mutta suurempaa vaihtelua esiintyi kетоjen ruutujen välillä. Keskimääräinen kasvillisuuden korkeus oli pienimmillään 22,6 cm Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasolla ja suurimmillaan 56,9 cm merenrannalla sijainneella Patteri 4 vallialueella (Kuvat 7-8).



Kuva 7. Kasvillisuuden korkeus Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasolla.

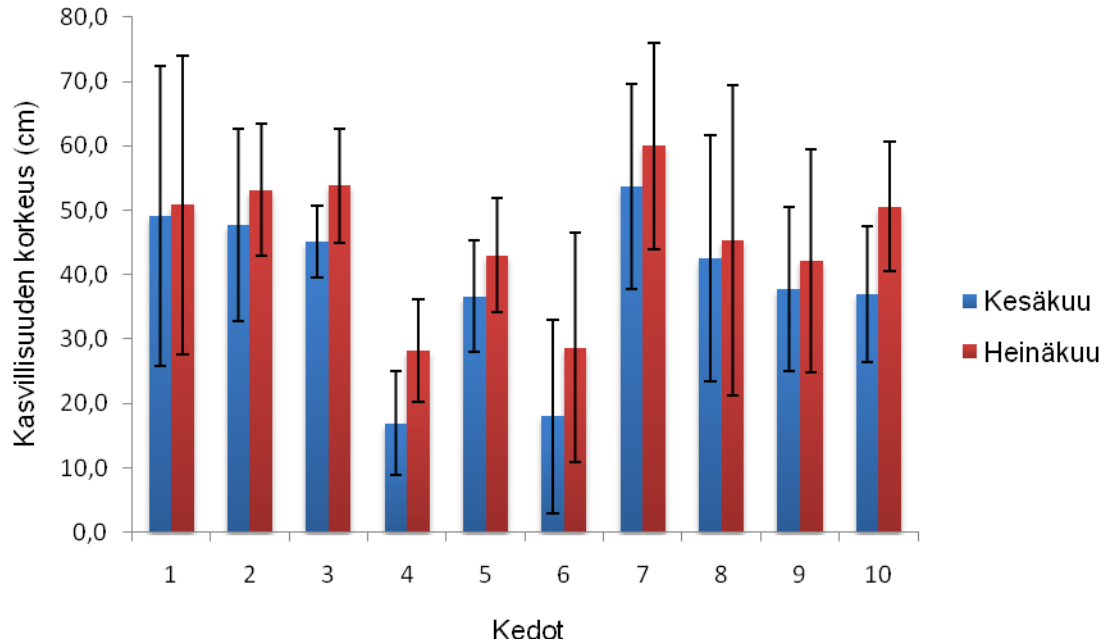


Kuva 8. Kasvillisuuden korkeus Patteri 4 vallialueella.

Kasvillisuuden korkeuden vaihtelu kедон ruutujen välillä oli suurinta Rantavarustuksen glasiisilla (1), missä ruutujen välinen keskihajonta s oli 22,6. Pienimmillään ruutujen välinen keskihajonta s oli Ulkovarustuksen glasiisilla (3), jossa se oli vain 4,9 (Kuva 9).

Kasvillisuuden keskimääräisessä korkeudessa ei ollut eroja säännöllisesti ja epäsäännöllisesti hoidettujen kетоjen välillä ($t= 0,180$, $p= 0,470$). Kesä- ja heinäkuun kasvillisuuden korkeuden vaihtelu oli melko vähäistä kaikilla kedoilla. Suurinta vaihtelua esiintyi A 2 eteläpuolen kallioalueella (10), jossa kesäkuun ja heinäkuun kasvillisuuden korkeuden ero oli 13,5 cm. Vähiten vaihtelua kuukausien välillä esiintyi

Rantavarustuksen glasiisissa (1), jossa keskimääräinen kuukausien välinen ero oli vain 1,6 cm (Kuva 9).



Kuva 9. Kedoilla 1 m² -tutkimusruuduilla esiintyneiden putkilokasvilajien korkeus (keskiarvo±keskihajonta, n = 6-12) kesä- ja heinäkuussa 2009.

3.1.4 Tallauksen vaikutus kedoilla

Tallauksella ei ollut vaikutusta ketojen kasvilajimäärään ($F= 0,555$, $p= 0,597$). Kasvillisuuden korkeuteen tallauksella oli selvästi suurempi vaikutus ($F= 4,029$, $p= 0,068$). Silmämääräisesti arvioituna tallaus kuitenkin lakosi muun muassa korkeampia heiniä sellaisissa osissa ketoja, mitkä sijaitsivat virallisten kulkureittien varrella tai joihin ihmiset pääsivät helpoiten muita polkuja pitkin. Tallauksen vaikutus näkyi selkeimmin niillä kedoilla, joita matkailijat käyttivät retkieväiden syöntipaikkoina (Taulukko 1). Päiväsaikaan, silmämääräisesti mitattuna, tallaus oli voimakkainta Rantavarustuksen glasiisilla, Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasolla ja Makeavesialtaiden luonnonalueella, mitkä olivat suosittuja läpikulku- ja levähdyspaikkoja. Tallaus oli hyvin vähäistä A 2 luonnonalueella, Ulkovarustuksen glasiisilla ja Patteri 4 vallialueella, mitkä sijaitsivat maastoltaan vaikeakulkuisilla vallirinteillä (Kuva 10). Etenkin kasvupaikaltaan rehevät ja piilossa olleet alueet eivät

houkutelleet turisteja paikalle. Näillä kedoilla esiintyi runsaimmin muun muassa pesiviä sorsia ja rusakoita. Myös rusakon jäljet näkyivät hyvin painanteina rehevämmässä kasvillisuudessa.



Kuva 10. Ulkovarustuksen glasiisin vaikeakulkuinen rinne.

Säännöllisesti ja epäsäännöllisesti hoidettujen ketojen kokonaislajimäärissä ei ollut eroja ($t= 0,702$, $p= 0,503$). Hoitamattoman luokan vaikutusta ei laskettu mukaan, sillä kedoista vain yksi kuului hoitamattomaan luokkaan. Viime vuosina käyttöön otettujen hoitomenetelmien seurauksena ketojen kasvillisuus on kuitenkin muuttunut parempaan suuntaan rehevämpien kasvilajien heikon menestymisen johdosta.

3.2 Ketojen muut ominaisuudet

Kedoilta mitattujen kasvillisuuden pohjakerroksen, sammaleen ja karikkeen sekä paljaan maan, kivien ja kallion peittävyyksissä esiintyi suurta vaihtelua (Taulukko 7). Eniten vaihtelua ilmeni kasvillisuuden pohjakerroksen peittävydessä, mikä vaihteli ketojen välillä 55-99 %:iin. Kasvillisuuden pohjakerroksen peittävyys oli suurimmillaan kedoilla, jotka luokiteltiin ketojen lisäksi rehevämmiksi tuoreiksi niityiksi (Taulukko 7). Vastaavasti tyypillisemmällä kuivilla kedoilla ja kalliokedoilla, kuten Makeavesialtaiden luonnonalueella, kasvillisuuden pohjakerroksen peittävyys oli muita ketoja selvästi pienempi alueen suuren kallioalan takia (Kuva 11). Myös sammaleen peittävydessä oli suurta vaihtelua ketojen välillä, vaihteluvälin ollessa 0-27 % (Taulukko 7). Sammaleen peittävyys oli runsainta kalliokedoilla, joiden kasvillisuuden pohjakerroksen peittävyys oli selvästi alhaisempi kuin muilla kedoilla. Sammalta oli runsaasti myös A33 ruutikellarilla, vaikka sen kallion peittävyys olikin 0 %. Vähiten vaihtelua esiintyi

kivien ja karikkeen peittävyksissä, kivien peittävyksien ollessa 0-2 % ja karikkeen 2-5 %. (Taulukko 7).



Kuva 11. Suuri kallon peittävyys Makeavesialtaiden luonnonalueella.

Taulukko 7. Ketojen ruutujen putkilokasvien pohjakerroksen, sammalen, paljaan maan, kivien, kallioisuuden ja karikkeen peittävydet prosentteina. Peittävydet ovat kesä- ja heinäkuun tulosten keskiarvoja.

Keto	Pohjakerros	Sammal	Paljas maa	Kivet	Kallioisuus	Karike
1. Rantavarustuksen glasiisi	98,1	0,0	0,7	0,2	0,0	2,3
2. A 2 luonnonalue	99,3	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2
3. Ulkovarustuksen glasiisi	98,6	0,0	0,0	1,3	0,0	1,8
4. Kustaanmiekan sisäosan hiekkataso	85,8	6,2	6,1	0,0	0,0	2,8
5. Bastioni Zander	96,1	0,0	0,9	0,0	0,0	1,6
6. Makeavesialtaiden luonnonalue	55,0	19,7	1,6	2,3	20,9	3,9
7. Patteri 4 vallialue	91,8	1,9	0,0	0,0	0,0	4,8
8. Patteri 1 vallialue	86,7	5,3	0,3	0,0	4,3	4,3
9. A 33 ruutikellari	86,3	14,1	2,7	0,1	0,0	3,4
10. A 2 eteläpuolen kallioalue	75,6	26,8	0,0	0,0	1,8	2,7

3.3 Maaperäanalyysin tulokset

Tutkittujen kotojen maalaji oli joko multamaata, hietamoreenia, hienoa hiekkaa, hietamultamaata tai hiekkamultamaata (Taulukko 8). Hieno hiekka oli kotojen yleisin maalaji, mitä löytyi yhteensä viideltä eri kedolta. Multamaata, hietamultamaata ja hiekkamultamaata oli vain yhdellä kedolla. Multavuudeltaan suurin osa kedoista luokiteltiin joko multaviksi tai erittäin runsasmultaisiksi (Taulukko 8). Kustaanmiekkan sisäosan hiekkatason multavuusluokka oli runsasmultainen. Rantavarustuksen glasiisin, Makeavesialtaiden luonnonalueen ja A 2 eteläpuolen kallioalueen multavuusluokkien tuloksia ei saatu Viljavuuspalvelu Oy:ltä mahdollisten analysointivaikeuksien takia.

Maaperän johtoluku eli maan vesiliukoisten suolojen pitoisuus oli alimmillaan Kustaanmiekkan sisäosan hiekkatasolla, jossa se oli 0,5 10xmS/cm, ja korkeimmillaan Rantavarustuksen glasiisilla arvolla 2,4 10xmS/cm. Maaperän pH vaihteli yleisesti melko paljon, sen ollessa alimmillaan Kustaanmiekkan sisäosan hiekkatasolla (pH 5,5) ja Makeavesialtaiden luonnonalueella (pH 5,2) ja korkeimmillaan Ulkavarustuksen glasiisilla (pH 7,1). Helppoliukoisten kasviraavinteiden pitoisuudet kedoilla vaihtelivat runsaasti (Taulukko 8). Eniten vaihtelua ilmeni kalsiumin, fosforin ja raudan pitoisuuksissa. Vähiten vaihtelua ilmeni rikillä, nitraattitypellä ja natriumilla. Lisäksi raskasmetalleista kadmiumin ja lyijyn pitoisuuksien erot olivat suuria kotojen välillä. Lyijyn pitoisuus oli alimmillaan 29 mg/kg Patteri 4 vallialueella ja korkeimmillaan 830 mg/kg Kustaanmiekkan sisäosan hiekkatasolla (Taulukko 8).

Taulukko 8. Maaperäanalyysin tulokset kaikilta kedoilta.

Keto	Maalaji	Multavuus	Johtoluku 10xmS/cm	pH	Ca	P	K	Mg	S	Cu	Mn	Zn	NO ₃ - N	NH ₄ - N	Fe	Na	Kd	Pb
					mg/l maata											mg/kg	mg/kg	
1.Rantavarustuksen glasiisi	1	-	2,4	6,7	5400	7,3	230	210	14	6	10	13,6	0,5	8	618	< 20	0,2	50
2. A 2 luonnonalue	2	3	1,8	6,8	4800	76,0	140	130	12	15	24	51,8	0,1	3	807	< 20	0,2	96
3. Ulkovarustuksen glasiisi	2	3	1,9	7,1	9100	310,0	180	200	16	23	39	146,0	0,3	3	862	30	0,3	160
4. Kustaanmiekan sisäosan hiekkataso	3	2	0,5	5,5	1400	< 3,5	66	120	11	3	16	14,8	0,4	3	498	< 20	0,3	830
5. Bastioni Zander	3	3	1,8	6,6	3400	12,0	160	160	12	6	15	24,5	0,1	3	410	< 20	0,3	71
6.Makeavesialtaiden luonnonalue	4	-	0,8	5,2	980	< 3,5	120	130	18	10	38	19,1	0,1	3	1630	23	0,3	82
7. Patteri 4 vallialue	3	1	1,5	6,9	2200	28,0	150	150	9	6	11	25,6	0,2	3	467	26	0,2	29
8. Patteri 1 vallialue	3	1	0,8	6,4	1100	15,0	110	110	< 9	4	10	12,0	0,4	< 2	383	< 20	0,1	52
9. A 33 ruutikellari	3	1	0,6	5,9	880	3,6	79	91	10	5	16	12,1	0,6	6	497	< 20	0,3	66
10. A 2 eteläpuolen kallioalue	5	-	1,8	6,4	3400	14,0	130	160	12	9	27	30,6	0,3	2	678	< 20	0,3	320

Maalaji: 1= multamaa, 2= hietamoreeni, 3= hienohiekka, 4=hietamultamaa, 5=hiekkamultamaa

Multavuus: 1=multava, 2=runsasmultainen, 3=erittäin runsasmultainen

(-)=tietoja ei saatavilla

Ketojen kokonaiskasvilajimäärä ei korreloinut selvästi minkään maaperätekijän kanssa. Tilastollisesti merkitsevimmät korrelaatiot esiintyivät ketojen kokonaiskasvilajimäärän ja raskasmetallien pitoisuuksien välillä, kun muiden maaperätekijöiden korreloiminen kasvilajien lukumäärän kanssa oli hyvin vähäistä (Taulukko 9). Kadmiumpitoisuudella ($p=0,10$) ei ollut niin selvää yhteyttä putkilokasvien kokonaislajimäärään kuin lyijypitoisuudella ($p=0,06$) (Taulukko 9).

Maaperätekijöillä oli selvästi enemmän yhteyttä ketojen kasvillisuuden korkeuteen kuin niiden kokonaiskasvilajimäärään. Maaperän johtoluku ja pH korreloivat selvästi positiivisesti kasvillisuuden korkeuden kanssa. Mitä lähempänä maaperän pH oli 7:ää, sitä korkeampaa kedon kasvillisuus oli. Myös kaliumin ja lyijyn pitoisuudet osoittivat melko selvää riippuvuutta kasvillisuuden korkeuden kanssa, kaliumpitoisuuden korreloidessa positiivisesti ja lyijypitoisuuden korreloidessa negatiivisesti. Kadmiumpitoisuuden negatiivinen korreloiminen kasvillisuuden korkeuden kanssa on myös melko selvää (Taulukko 9).

Taulukko 9. Kustaanmiekkan ketojen kokonaislajimäärän ja kasvillisuuden korkeuden riippuvuus maaperätekijöistä. Riippuvuutta mitattiin Pearsonin korrelaatiokertoimella r ($n=10$).

Maaperätekijät	kokonaiskasvilajimäärä		Kasvillisuuden korkeus	
	r	p	r	p
Fosforipitoisuus	0,156	0,67	0,343	0,33
Kokonaistyyppipitoisuus	-0,230	0,52	0,113	0,76
Kaliumpitoisuus	0,346	0,33	0,611	0,06
Johtoluku	0,252	0,48	0,679	0,03
Happamuus	0,210	0,56	0,927	<0,01
Kadmiumpitoisuus	-0,544	0,10	-0,488	0,15
Lyijypitoisuus	-0,606	0,06	-0,578	0,08

Kokonaistyyppipitoisuus =
nitraatti- ja
ammoniumtyppi

Vain kahden maalajin vaikutusta ketojen kokonaiskasvilajimäärän ja keskimääräiseen kasvillisuuden korkeuteen voitiin testata tilastollisesti. Ketojen kokonaiskasvilajimäärässä ($p=0,484$) ja kasvillisuuden keskikorkeudessa ($p=0,432$) ei ollut eroja hietamoreenipohjaisten ja hienolle hiekalle syntyneiden ketojen välillä.

Multavuusluokista vain multavia ja erittäin runsasmultaisia oli riittävästi tilastollisen vertailun suorittamiseen. Putkilokasvien kokonaislajimäärään multavuus ei vaikuttanut ($p=0,365$), mutta kasvillisuuden korkeuteen maaperän multavuudella oli

jonkin verran vaikutusta ($p=0,097$). Maaperältään erittäin runsasmultaisilla kedoilla A 2 luonnonalueella ja Ulkovarustuksen glasiisilla kasvillisuuden korkeus oli korkeampaa, mutta Bastioni Zanderilla kasvillisuuden korkeus oli paljon matalampaa, vaikka sen maaperä olikin erittäin runsasmultainen. Multavilla kedoilla Patteri 4 vallialueen kasvillisuuden korkeus oli suurin, mikä ylitti selvästi erittäin runsasmultaisten ketojen kasvillisuuden korkeuden.

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Ketojen kasvillisuus

Kasvin tai koko kasviyhdyksunnan elinympäristö luetaan kasvupaikaksi. Kasvupaikkaan vaikuttavat monet eri ekologiset perustekijät, kuten lämpö-, valo- ja kemialliset tekijät. Niiden lisäksi paikalla kasvavien muiden kasvien, eläinten sekä ihmisten vaikutus säätelee ja muovaa kasvien elämää (Jylhänkangas & Esala 2002). Kasvilajien sietokyky ilmastollisiin ja maaperällisiin kasvupaikkatekijöihin voi olla hyvinkin erilaista (Kalliola 1973). Kustaanmiekan kedoilta löydetty kasvilajit olivat tyypillisiä kuivien niittyjen kasvilajeja. Eniten ketokasveja löytyi kedoilta, jotka sijaitsivat joko kallioisilla tai kuivilla kasvupaikoilla. Kosteammilla kasvupaikoilla kuten tuoreilla niityillä, kasvillisuus oli selvästi rehevämpää ja tiheämpää, jolloin myös kasvilajisto muuttui enemmän kosteiden niittyjen lajistoksi.

Ketojen kokonaislajimäärät olivat melko samansuuruisia lukuun ottamatta Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasoa, Bastioni Zanderia ja A 33 ruutikellaria, joiden kasvilajimäärät olivat pienempiä verrattuna muihin ketoihin. Näitä ketoja yhdisti etenkin niiden hyvin kuiva maaperä, mikä saattoi hankaloittaa kasvilajien leviämistä paikalle. Vastaavasti suurimmat lajimäärät olivat A 2 luonnonalueella, Makeavesialtaiden luonnonalueella ja Patteri 1 vallialueella. Näillä kedoilla maaperän ominaisuudet vaihtelivat runsaasti, minkä takia ketojen erilaiset kasvupaikat mahdollistivat useampien kasvilajien menestymisen paikalla. Kokonaislajimäärä erilaisilla niittytyypeillä vaihtelee usein paljonkin riippuen myös niittyjen koosta. Esimerkiksi pääkaupunkiseudun kuivien ja tuoreiden niittyjen sekä kallioketojen kokonaislajimäärät ovat vaihdelleet 37-117 kasvilajiin (Forss 2008).

Kasvilajien runsautta tutkittiin neliömetrin ruuduilta kullakin kedolla. Kasvilajien määrä/m² ei ollut kovinkaan suuri ja useammalla kedolla määrä jäi alle kymmeneen

kasviin neliömetrillä. Kaikkien kетоjen kasvilajimäärä vastasi kuitenkin Helsingin seudun muilta niityiltä saatuja tuloksia, missä kasvilajimäärä/m² on ollut pienimmillään 7 kasvilajia ja suurimmillaan 18 kasvilajia (Forss 2008). Neliömetrillä kasvaneiden kasvilajien määrä jäi melko alhaisiksi, sillä kетоjen ruuduittainen kasvilajimäärä oli paikoin hyvinkin vaihtelevaa. Mikäli lajirikkaimpien kетоjen maaperän ominaisuudet olisivat vaihdelleet vähemmän, kasvilajimäärät olisivat olleet mahdollisesti suurempia neliömetrin alueella.

Tutkituilla kedoilla kevätkukkijoiden määrän vaihtelu ei ollut kovinkaan suurta, mutta yleisesti kevätkukkijoiden määrää voitiin pitää hieman suurempana Kustaanmiekkan sisäosien kalliokedoilla verrattuna rannanpuoleisiin kетоihin. Kalliokedoilla kasvoi erityisesti keto-orvokkia, pelto-orvokkia (*Viola arvensis* L.) ja ruoholaukkaa. Kevätkukkijoita esiintyi suurempina kasvustoina kahdella kalliokedolla, Makeavesialtaiden alueella ja A 2 eteläpuolen kallioalueella, joiden tyyppisimpiin kasvilajeihin kuuluivat ketokasvit. Näillä kedoilla kevätkukkijat myös kukkivat muita kетоja pidempään. Vuoden 2009 touko- ja kesäkuun lämpötilat olivat keskimääräistä korkeampia, mikä saattoi vaikuttaa kevät- ja kesäkukkijoiden kukinnan aloitukseen. Joidenkin kevät- ja kesäkukkijoiden kukinnan aloituksella on todettu olevan yhteys alkukevään lämpötiloihin, jolloin keskimääräistä korkeammilla kevään lämpötiloilla kevätkukkijoiden kukinnan aloitus on ollut myöhempi ja kesäkukkijoilla aikaisempi (Fitter ym. 1995). Kevätkukkijoiden määrä oli merenrantakedoilla hieman vähäisempää, mihin saattoi vaikuttaa myös mereltä puhaltava kolea kevätuuuli. Tällöin kevätkukkijoiden kukinta saattoi viivästyä rannikon puoleisilla kedoilla, niiden kukinnan alettua vasta kesäkuun puolella samaan aikaan kesäkukkijoiden kukinnan kanssa. Rantajyrkänteiden aikaiset kukkijat jäivät näin helposti kesäkukkijoiden varjostamiksi, jolloin kevätkukkijoiden kukinta jäi lyhyeksi.

Muutamit kevätkukkijalajit kasvoivat vain yhdellä tai kahdella kedolla. Kyseisiä kukkijoita olivat keltamo ja pystykiurunkannus (*Corydalis solida* L.). Lehtojen multavassa maassa viihtyvä pystykiurunkannus (Kurtto & Helynranta 1998) kasvoi Kustaanmiekalla kosteilla ja suojaisilla kasvupaikoilla. Pystykiurunkannusta kasvoi etenkin lehtomaisella Rantavarustuksen glasiisilla. Keltamolla on yleensä Helsingissä melko laaja kasvupaikkakirjo (Kurtto & Helynranta 1998), mutta Kustaanmiekalla sitä ei tavattu kuin Rantavarustuksen glasiisilla.

Rannalla sijainneiden kuivien ja tuoreiden niittyjen kasvillisuus oli poikkeuksetta hieman korkeampaa kuin Kustaanmiekkan sisäosien kuivien kетоjen ja kalliokетоjen kasvillisuus. Aikaisemman tutkimuksen mukaan kuivien kетоjen kasvillisuuden korkeus

on luonnostaankin matalampaa verrattuna rehevämpien ketojen kasvillisuuteen (Jylhänkangas & Esala 2002). Kasvillisuuden korkeuden erot kesä- ja heinäkuussa olivat selvempiä rannoilla sijainneilla kedoilla. Pääpiirteissään rantojen kedoilla kasvoi runsaasti etenkin ukonpalkoa, pujoa sekä koiranheinää, kun taas Kustaanmiekan sisäosissa alaa valtasivat tyypilliset kuivien ketojen heinät kuten lampaannata ja punanata sekä kukkivista ruohokasveista muun muassa ketoneilikka, sarjakeltano ja hopeahanhikki. Myös tyypillistä kuivan niityn kasvia, ahopukinjuurta (*Pimpinella saxifraga* L.) (Huhta & Rautio 1998), löytyi runsaasti Kustaanmiekan sisäosien kedoilta.

Osalla kedoista kasvillisuus oli paikoin hyvin tiheää ja rehevää, minkä vuoksi näitä avoimiksi tarkoitettuja kasvupaikkoja uhkaakin yhä pahempi rehevöityminen ja umpeenkasvu. Suomenlinnan muita saaria koskevassa tutkimuksessa todetaan, että avointen ja hoitamattomien niittyjen umpeenkasvu lisääntyy muun muassa hoidon puutteen takia (Jansson & Raatikainen 2008).

Kesäkukkijoiden joukkoon mahtui myös muutamia Suomessa silmälläpidettäviä, harvinaisia tai rauhoitettuja lajeja (Rassi ym. 2001) kuten ketoneilikka, keltamatarata ja masmalo. Uhanalaiseksi luokiteltu keltamatarata esiintyi sekä rannanpuoleisilla tuoreilla niityillä että saaren sisäosissa. Kustaanmiekan viideltä kedolta löydetyt keltamatarat kasvoivat hajanaisesti eri puolilla ketoja. Kasvupaikat olivat usein kuivahkoja maaperältään, missä muut kasvilajit eivät menestyneet. Forssin (2008) tutkimusniityiltä melkein jokaiselta löytyi keltamatarataa, paikoitellen jopa runsaasti. Kustaanmiekan muutamalta kedolta löytyi muinaistulokkaisiin kuuluvaa nurmilaukkaa, joka on vaarassa hävitä rehevän heinäkasvuston ja kasvupaikkojen vesoittumisen takia. Nurmilaukka myös siementää harvoin, mikä heikentää sen lisääntymistä (Mossberg & Stenberg 2005). Kustaanmiekillä silmälläpidettäväksi luokiteltua ketoneilikkaa löytyi kesällä 2009 vain kahdelta eri kedolta, kun sitä Helanderin ym. (1987) mukaan kasvoi vielä vuosina 1918-20 melko runsaasti. Kuitenkin sen kasvustot ovat inventointien mukaan vähentyneet vuosien edetessä (Helander ym. 1987). Sen populaatiot ovat taantuneet myös muualla Helsingissä ketojen ja niittyjen kiihtyvän umpeenkasvun myötä (Kurtto & Helynranta 1998). Forssin (2008) kaupunkiiniittytutkimuksessa ketoneilikkaa löydettiin yhdeksältä eri niityltä, missä ketoneilikkakasvustoja esiintyi eniten Helsingin Talosaareissa (Berghem 2009). Ketoneilikan kasvaessa yleensä aurinkoisilla, lämpimillä ja kuivilla kasvupaikoilla (Jylhänkangas & Esala 2002) Kustaanmiekkassa se viihtyi pelkästään puolivarjoisella rinteellä sekä hieman myös paahteisen puolen kuivalla maalla. Ketoneilikan kasvupaikat olivat osittain myös heinikkoisia ja reheviä, mikä

saattoi vaikuttaa heikentävästi sen menestymiseen. Sitä kasvoi hyvin paljon lampaannadan ja juolavehnan seassa. Masmaloo löytyi koko Kustaanmiekan alueelta melko vähän, kun sitä kasvoi vielä kesällä 2008 usealla paikalla, jopa runsaasti tyyppillisimmillä ketoalueilla (Anja Pitkänen, Suomenlinnan hoitokunta, puhelinkeskustelu 13.11.2009). Kustaanmiekillä ketoneilikan ja masmalon kukkiminen eri vuosien välillä on ollut hyvin vaihtelevaa, jolloin ne saattavat kukkia joinakin vuosina hyvinkin runsaasti, toisin kuin esimerkiksi kesällä 2009 niiden kukinnan ollessa hyvin heikkoa (Anja Pitkänen, Suomenlinnan hoitokunta, sähköpostiviesti kirjoittajalle 5.11.2009). Helanderin ym. (1987) kasvilajistollisen tutkimuksen mukaan masmaloo on kasvanut Kustaanmiekillä tasaisesti vuodesta 1918 aina 1980 –luvulle asti. Bastrentan ym. (1995) mukaan masmalon elinkaari onkin luonnonoloissa hyvin monimutkainen. Se pysyy ensimmäisenä vuotenaan vegetatiivisessa tilassa, minkä jälkeen se kukkii ensimmäisen ja viiden elinvuotensa välillä. Masmalon kasvupaikat sijoittuivat hyvin kuiville kasvupaikoille ja niiden lehtiruusukkeita löytyi muutamalta paikalta heinikon aluskasvillisuudesta. Sotatulokaskasveista terhin kasvustot ovat tämän kartoituksen mukaan Kustaanmiekillä taantuneet, sillä aikaisempien kasvi-inventointien mukaan sitä on kasvanut melko runsaasti vielä 1900-luvun alkupuolella (Helander ym. 1987).

Kevään ja kesän 2009 sääolojen fenologista yhteyttä esimerkiksi ketokasvien kukintaan on melko hankala arvioida tarkasti, sillä Kustaanmiekalta ei ole kerätty aikaisempina vuosina esimerkiksi kevätkukkijoiden kukinnan alkamiseen liittyvää tietoa. Kevään 2009 lämpötilojen oltua kuitenkin korkeampia kuin vertailujakson lämpötilat, voidaan päätellä esimerkiksi lumien sulamisen olleen nopeampaa kuin edellisinä vuosina. Lämpötilojen noustessa myös maan lämpötila nousee, jolloin kukinta saattoi alkaa aiemmin.

4.2 Ketojen ominaisuudet

Tulosten perusteella Kustaanmiekan ketojen ominaisuudet vaihtelivat suuresti. Ruuduilta valittiin mitattavaksi sellaisia ominaisuuksia, jotka kuvastivat eniten ketojen luonnetta ja tyyppiä. Näin ollen putkilokasvien pohjakerroksen, sammalen peittävyys, paljaan maan, kivien, kallioisuuden, kaltevuuden, karikkeen ja kasvillisuuden korkeuden mittaaminen ja siitä saadut tulokset antoivat mielestäni selkeän kuvan tutkituista aloista ja niiden ominaisuuksista. Myös näin pystyttiin helposti vertailemaan eri ketoja ja niiden kasvillisuuteen vaikuttavia tekijöitä.

Paljas maa vaikuttaa monien kasvilajien itämiseen tarjoamalla hyvän itämisalustan. Suurimmalla osalla kedoista putkilokasvien pohjakerroksen peittävyys oli suuri. Kustaanmiekkan sisäosan hiekkatasolla paljaan maan osuus oli suuri. Tämä näkyi myös hyvin sen kasvistossa, mikä oli hyvin yksipuolista ja heinävaltaista. Kedolla kasvoi runsaasti lampaan- ja punanataa, mihin saattoi vaikuttaa paikan kuivuus ja paahteisuus. Lampaannata menestyy yleensä hyvin kuivilla kasvupaikoilla (Mossberg & Stenberg 2005), mikä oli tyypillistä sille myös Kustaanmiekkan kedoilla.

Pykälän & Alasen (2004) mukaan suurin osa kasveista viihtyy valoisissa paikoissa, jolloin niittyjen kasvilajisto on yleensä hyvin rikas. Kasvillisuuden ollessa matalaa kasvit saavat enemmän valoa ja pienilmasto lämpenee. Kustaanmiekkan kedoilla kasvillisuuden kerrokset erottuivat selkeästi, jolloin korkeammat heinät valloittivat monen pienemmän kasvilajin kasvupaikkoja. Suurimpana ongelmana voidaan pitää heinien varjostamista, mikä vaikeutti selvästi niiden seassa kasvaneiden matalampien kasvilajien kasvua. Usein myös vaarantuneet ja silmälläpidettävät masmalo ja ketoneilikka kasvoivat hyvin tiheästi kasvaneiden heinäkasvien varjostamina. Ongelmaa tulisi hoitaa, mikäli uhanalaisten kasvilajien halutaan siementävän samoilla kasvupaikoilla myös tulevaisuudessa. Myös monet varhain kukkivat pienet kevätkasvit tarvitsevat kukkiakseen paljon valoa ja lämpöä (Grime ym. 2007), jolloin liian rehevä kasvualusta saattaa vaikeuttaa niiden kukintaa.

Kustaanmiekkan kotojen ja niille tehtyjen ruutujen kaltevuuden erot olivat paikoin suuria. Kaltevuus oli joillakin kedoilla niin suuri, että eri ruutujen väliset kasvistolliset erot olivat huomattavia. Esimerkiksi Rantavarustuksen glasiisilla ja Patteri 1 vallialueella tämä näkyi selvästi. Kalliolan (1973) mukaan paikallisilla korkeuseroilla on ratkaiseva vaikutus pienilmastoon ja kasvupaikan vesitalouteen. A 33 ruutikellarin diversiteetiltään suurempi kasvupaikka sijaitsi heti kumpareen alapuolella, minkä jälkeen kuivemmalla tasanteella saattoi kasvaa vain muutamaa eri taksonia.

Kustaanmiekalla sammaleiden keskittyessä suurilta osin kallioisille tai kosteammille paikoille, niitä saattoi kasvaa myös tuoreiden niittyjen aluskasvillisuudessa. Sammaleiden kasvaessa yleensä kivien tai kallion pinnalla, ne ovat myös hyvin tarkkoja kasvupaikkansa paljaan maan alan, varjoisuuden tai pH:n suhteen (Rikkinen 2008). Osalla kedoista sammalta kasvoi hyvinkin runsaasti, vaikkei alueen kallioisuus ollutkaan kovin suuri. Tähän saattoi vaikuttaa myös pintamaakerros, missä muut kasvit eivät menestyneet.

Kustaanmiekkan kotojen diversiteetti-indeksit olivat pienempiä kuin useammilla muilla Helsingin alueen niityillä (Forss 2008). Suurin indeksi (2,3) laskettiin

Rantavarustuksen glasiisilta, mikä oli huomattavasti pienempi verrattuna Forssin (2008) suurimpaan indeksiin (4,14). Shannon-Wienerin indeksin erot olivat melko pieniä ketojen välillä, mihin vaikuttivat hyvin paljon ketojen eri ominaisuudet. Kun indeksi laskettiin kunkin kedon kaikilta ruuduilta, arvot olivat tällöin hyvin vaihtelevia. Tämä johtui muun muassa kedon kallion tai paljaan maan alasta, mitkä pienensivät paikan kasvipeitteen pinta-alaa suuresti. Esimerkiksi makeavesialtaiden luonnonalueella kasvilajimäärä oli tutkittujen ketojen toiseksi suurin, mutta suuren kalliopinta-alansa takia kasvilajien peittävyudet ja määrät vaihtelivat huomattavasti kallioisten ja runsaan pohjakerroksen ruutujen välillä. Kustaanmiekan sisäosan hiekkatason kasvillisuuden monimuotoisuus oli alhaisin, sillä kyseisellä kedolla kasvoi suurelta osin vain hyvin vähän kasvilajeja. Alueella kasvoi kuitenkin myös huopakeltanoa, keltamataraa, masmalaa ja ketoneilikkaa, mitkä kasvoivat kuitenkin vain hyvin suppeasti vain yhdellä tai kahdella eri kasvupaikalla. Tällöin niiden peittävyudet eivät vaikuttaneet suuresti kedon kokonaisdiversiteettiin.

4.2.1 Maaperä

Kustaanmiekan ketojen maalajeista hieno hiekka oli yleisin, mikä luetaan tyypillisesti kuivien maiden maalajiksi (Hartikainen 2001). Maaliuoksen vetyionikonsentraatio määrää useiden kasviravinteiden liukoisuutta ja tämän vuoksi kasvien fysiologiset toiminnot ovat suoraan tai välillisesti riippuvaisia maaliuoksen vetyionikonsentraatiosta (Westman 1991). Tutkimuksen mukaan maan happamuuden erot olivat melko suuria ketojen välillä, mutta jos verrataan pienimmän ja suurimman pH – arvon omaavia ketoja, niiden muutkin maaperän ominaisuudet vaihtelivat hyvin paljon. Ketojen pH – arvot olivat yleisesti melko korkeita, mikä puolestaan parantaa ravinteiden saatavuutta. Suuri maan kalkkipitoisuus johtuu myös Kustaanmiekan kivilajien rapautuvuudesta eli kalkkivaikutuksesta.

Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasolla maaperäanalyysi osoitti sen mittausarvojen eroavan selvästi muista kedoista. Lyijypitoisuus oli siellä kaikkein korkein, mutta vastaavasti sen kaliumpitoisuus ja maan vesiliukoisten suolojen pitoisuus olivat muita ketoja matalampia. Suuri lyijypitoisuus johtunee maahan hautautuneista ammuksista. Lyijyn on todettu olevan kasveille, ihmiselle ja eläimille myrkyllistä, etenkin sen ionisessa muodossa (Kabata-Pendias & Pendias 2001). Suurin osa maan lyijystä on sen tehokkaan sitoutumisen johdosta kasveille käyttökelvottomassa muodossa. Se voi

kuitenkin toimia kasvien hivenaineena pieninä pitoisuuksina, jolloin se saattaa stimuloida kasvien kasvua. Lyijyn haitallisuus voi kuitenkin korostua, mikäli maa on hyvin hapan (Kabata-Pendias & Pendias 2001). Kustaanmiekkan sisäosan hiekkatason maan pH oli 5.5 eli lievästi hapan ja korkea lyijypitoisuus on saattanut vahingoittaa ja köyhdyttää sen kasvustoa.

Hoitamattomien ja ensisijaisesti luonnonvaraisten niittyjen on todettu olevan herkempiä maaperän vaihtelulle kuin intensiivisesti hoidetut niityt (Critchley ym. 2002). Kustaanmiekkan kedoilla maaperän ravinteiden suuri vaihtelu vaikutti todennäköisesti myös ketojen kasvillisuuden rakenteeseen. Korkean typpipitoisuuden vuoksi kasvupaikan kasvillisuus on luonteeltaan usein rehevää, mikä näkyy hyvin myös kasvillisuuden lakoutumisena (Jaakkola 2001). Tutkimuksessa osittain tuoreiden niittyjen A 2 luonnonalueen, Ulkovarustuksen glasiisin ja Patteri 4 vallialueen kasvillisuus oli korkeinta, ja niillä kasvillisuuden lakoutuminen myös näkyi selvemmin. Tietty kasvilaji, kuten vadelma, tarvitsevat menestyäkseen typpipitoisen maan. Maan rehevöityminen aiheuttaa yleensä pahempia tuhoja alueen eliöstölle kuin esimerkiksi hoidon vähäisyys. Maaperän typen ja fosforin määrän lisääntyminen aiheuttaa kasvillisuuden biomassan lisääntymistä ja kasvuston köyhtymistä. Typen ja fosforin tuomat ongelmat voivat olla erisuuruisia erilaisilla niittytyypeillä (Pykälä & Alanen 2004). Fosforipitoisuudessa oli huomattavaa eroa ketojen välillä. Pitoisuuksista nähdään myös, miten fosforin suuret määrät ovat todennäköisesti vaikuttaneet ketojen kasvillisuuteen ja sen rehevyyteen. Maaperän fosforipitoisuus oli kaikkein suurin ulkovarustuksen glasiisissa, missä sitä oli 310 mg/l maata. Myös tämän kedon kalsiumpitoisuus oli suuri (9100 mg/l maata). Tämä puolestaan viittaa hyvin myös kedon kasvillisuuteen, mikä oli kaikkein rehevin ja tihein kaikista tutkituista kedoista.

Maaperän ominaisuuksista haitta-aineiden kulkeutumiseen vaikuttavat muun muassa maaperän veden läpäisevyys, kerrosrakenne, kemiallinen koostumus ja eri ilmastolliset tekijät kuten lämpötila ja sademäärä (Heikkinen 1999). Raskasmetalleista yleisesti käytettyjä ja laajimmalle levinneitä ovat elohopea, lyijy ja kadmium (Wild 1995). Kustaanmiekalla tutkituista raskasmetalleista lyijyn ja kadmiumin pitoisuuksien erot johtuivat melko varmasti Suomenlinnan historian ja sotateiminnan jättämistä jäljistä. Kadmiumpitoisuuksien ollessa melko tasaisia kaikilla kedoilla lyijyn pitoisuudet vaihtelivat runsaasti. Suurimmat arvot mitattiin ulkovarustuksen glasiisilta, Kustaanmiekkan sisäosan hiekkatasolta ja A 2 eteläpuoleiselta kallioalueelta. Näiden ketojen maaperän lyijypitoisuudet olivat selvästi korkeammat kuin mitä maaperän ohjearvopitoisuus eli lyijyn hyväksyttävä pitoisuus on. Hyväksyttävänä

ohjearvopitoisuutena, joka ei ole ihmiselle tai ympäristölle vaarallinen, voidaan pitää lyijyllä 60 mg/kg (Jeltsch & Pyy 1994). Minkään kedon kadmiumpitoisuudet eivät kuitenkaan ylittäneet kadmiumille hyväksyttävää pitoisuutta (0,5 mg/kg) (Jeltsch & Pyy 1994). Suuret lyijyn pitoisuudet muutamalla kedolla saattoivat johtua paikalla sijainneita ampumaradoista tai muusta sotatoiminnasta. Raskasmetallit ovatkin tyypillisimpiä maaperän haitta-aineita.

4.2.2 Maan tallaus

Kasvillisuuden ja polkujen maaperän kulumisen ovat tärkeimpiä mittareita tutkittaessa kävijöiden aiheuttamia ympäristömuutoksia luonnonalueilla. Tallaamisen aiheuttamat muutokset kasvivyhdyskunnissa ovat sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia. Yleinen muutos voi olla esimerkiksi kasvillisuuden peittävyden ja biomassan väheneminen nopeasti kulutuksen kasvaessa (Kellomäki 1973). Tämä näkyi myös Kustaanmiekkan suurimman kulutuksen alueilla, joiden kasvillisuuden kuluneisuus oli hyvinkin suuria laajuuksia. Selkeimmin kasvillisuuden biomassan väheneminen näkyi polkujen reunustoilla. Myös tallauksen aiheuttamat painaumat näkyivät selvästi esimerkiksi heinikoissa. Suurin osa aikaisemmista tallaukseen viittaavista tutkimuksista osoittaa erilaisten kasvipeitteiden olevan sietokyvyltään vaihtelevia tallaukselle (Cole 1995, Sulkava & Norokorpi 2007, Weaver & Dale 1978). Tallauksen aiheuttamat vaikutukset riippuvat kasvillisuuden laadusta, jolloin tallaukselle herkempi kasvillisuus kärsii sitä enemmän mitä voimakkaampaa tallaus on (Cole 1995).

Kustaanmiekkan saari on tunnetusti koko kansan piknikpaikka, millä on ollut erilaisia vaikutuksia alueen kasvillisuuteen. Osaa saaren alueista käytetään kesäkaudella lähes päivittäin joko oleskeluun tai muuten vaan läpikulkupaikoiksi. Erilaisiin kasvillisuustyyppisiin tallauksen tuoma kulutus ja eroosio vaikuttavat herkemmin. Myös kasvillisuustyyppien palautumiskyvyssä on selviä eroja (Cole 1995). Kustaanmiekalla reitistö ja muu liikennevirta tulisi suunnata paikoille, joiden kasvillisuustyyppi kestää paremmin tallausta. Colen (1995) tutkimuksen kedoista suurin osa sijaitsi keskeisellä paikalla, minkä johdosta myös ihmisvaikutus oli niillä suurempaa. Kedoilla tallauksen tuoma vaikutus näkyi selvästi muun muassa kasvupaikkojen maan kulumisella, epävirallisten polkujen määrässä ja kasvillisuuden lakoamisena. Kustaanmiekalla myös virallisten reittien kasvillisuus oli paikoin kulunut melko pahasti. Tallauksen vaikutusta eri kasvilajeihin ja niiden menestymiseen kedoilla

oli hankala selvittää. Eri kasvilajien sietokykyä tallaukselle on kuitenkin tutkittu. Esimerkiksi Sulkavan ja Norokorven (2007) mukaan heinäkasveista kylänurmikka (*Poa annua* L.), niittyurmikka (*Poa pratensis* L.) ja lampaannata kestävät hyvin tallausta.

Tallauksen vaikutusta kasvillisuuden korkeuteen ei Kustaanmiekalla voitu osoittaa. Kuivimmilla kedoilla, kuten Kustaanmiekan sisäosan hiekkatason ja Bastioni Zanderin alueella, kasvillisuuden korkeuden erot näkyivät selkeimmin kedoille syntyneiden epävirallisten polkujen kohdalla. Kyseiset kedot olivat selvästi myös muita ketoja kuivempia maaperältään. Kustaanmiekan kuivimpia kasvupaikkoja tulisi suojella varsinkin keväällä ensimmäisten kevätukukijoiden kukkiessa, jotta kukkijoiden elintila säilyisi hyväkuntoisena myös tulevina kesinä. Rehevämmillä kedoilla tallauksen vaikutus näkyi suuremmin kasvillisuuden täydellisenä lakoamisena ja painanteina ihmisvaikutuksen vuoksi. Kulutukselle herkimmillä kedoilla, kuten Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasolla ja A33 ruutikellarilla näkyi selvästi kasvillisuuden väheneminen, jolloin myös paljaan maan alan osuus oli suurempi kuin muilla kedoilla. Tallauksen vaikutusta ketojen kasvilajimäärään ei tässä tutkimuksessa voitu osoittaa. Tallaus voi myös parantaa joidenkin pienten ketokasvilajien menestymistä, sillä osa lajeista hyötyy tallauksen tuomasta laikuittaisuudesta.

4.3 Ketojen hoito

Ketojen umpeenkasvun edetessä erilaisten niittytyyppien erottaminen toisistaan tulee yhä hankalammaksi muun muassa heinäisyyden lisääntyessä ja pienruohovaltaisten osien vähentyessä (Schulman ym. 2008). Kustaanmiekan kedoista helpoiten havaittavia olivat kalliokedot, joilla kasvoi niiden tyypillisimpiä kasvilajeja. Kallioketojen kasvillisuus oli osittain myös muuttunut paikalle tulleiden rehevien kasvilajien vallatessa alaa. Näillä kedoilla kasvoi esimerkiksi koiranheinä, joka on tyypillisesti kuivempien ketojen heinäkasvi (Grime ym. 2007). Melkein jokaisella kedolla korkeakasvuiset heinäkasvit veivät kasvutilaa matalakasvuisilta ketokasveilta. Schulmanin ym. (2008) mukaan kalliokedon lajiston monimuotoisuutta vähentää myös sen lähiympäristön muuttuminen. Muun muassa varjostaminen on yksi tekijä, mikä saattaa alentaa lajiston monimuotoisuutta, jolloin kasvillisuuden korkeuden lisääntyessä myös umpeenkasvun vaara on suurempi.

Niitolla saadaan vähennettyä joidenkin kasvilajien kasvua ja poistettua ei-toivottuja lajeja kasvupaikalta. Tällöin uusilla kasvilajeilla on paremmat mahdollisuudet tulla

kasvupaikalle (Jutila 1997). Vaikka tämän tutkimuksen mukaan säännöllisellä ja epäsäännöllisellä hoitoluokalla ei ollut vaikutusta kетоjen kasvilajimäärään, voidaan kuitenkin olettaa, että säännöllisellä hoidolla ja niitolla saadaan turvattua uhanalaisten ja taantuvien ketokasvilajien menestymistä Kustaanmiekassa myös tulevaisuudessa. Niitolla voisi olla suuri vaikutus kетоjen yksivuotisten kasvien menestymiseen, mikäli korkeakasvuisten ja runsaasti kasvijätettä tuottavien monivuotisten kasvilajien leviäminen saataisiin pysäytettyä. Jo nyt monien helposti leviävien kasvilajien kasvupaikkoihin tulisi kiinnittää huomiota, jotta niiden leviäminen saataisiin pysäytettyä (Anja Pitkänen, Suomenlinnan hoitokunta, henkilökohtainen tiedonanto 1.7.2009). Pöyryn (2007) mukaan kasvien niittykohtaisen lajimäärän on todettu laskevan hoidon loppumisen myötä, minkä vuoksi kетоjen hoitoa olisi tuettava taloudellisesti nykyistä enemmän ja niiden niittoa ja raivausta pitäisi myös lisätä. Niittämällä pystytään ylläpitämään heinävaltaisten niittyjen kasvilajien runsautta (Ilmarinen ym. 2009). Kustaanmiekan makeavesialtaiden luonnonalue on pysynyt hoitamattomana, minkä vaikutusta kasvilajimäärän pienenemiseen ei tässä tutkimuksessa voitu osoittaa. Kuitenkin jos verrataan Makeavesialtaiden luonnonalueen kokonaiskasvilajimäärää muihin kетоihin, kasvilajimäärä on paljon korkeampi verrattuna monen muun kедон kasvilajimäärään.

Laiduntamisella ja niitolla voidaan korjata ravinteiden lisääntymisen kasvupaikalle tuomia muutoksia (Raatikainen ym. 2007). Kustaanmiekalla esimerkiksi osa pienistä ketokasveista jäi rehevimmillä kasvupaikoilla suurempien kasvien varjostamisiksi. Tämä haittasi myös esimerkiksi ketoneilikkapopulaation menestymistä Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasolla, missä sen populaatio oli selvästi hyvin pieni ja heikosti menestynyt.

Jylhänkangas & Esala (2002) totesivat, että kun hyvin hoidettujen niittyjen ravinnevirta suuntautui pois päin, niittykasvit pystyvät paremmin kilpailemaan nopeakasvuisia ja suurikokoisia kasveja vastaan. Niukkatyypisillä kasvupaikoilla suuret ja nopeasti leviävät kasvilajit eivät pysty kilpailemaan (Jylhänkangas & Esala 2002). Tämä saattaisi toteutua varsinkin Kustaanmiekan ravinteikkailla kedoilla, joiden kasvillisuus oli päässyt pahasti rehevöitymään. Kesällä 2009 osalla kedoista näkyi jo rehevemmän kasvillisuuden heikkenemistä, mihin on päästy kетоjen uusilla hoitomenetelmillä. Suurin osa kedoista oli epäsäännöllisesti hoidettuja, joten tulevaisuudessa olisikin hyvä keskittyä niiden vuosittaiseen hoitoon esimerkiksi niitolla. Useat taantuvat ja uhanalaiset ketokasvit kasvoivat kedoilla korkean heinikon seassa. Tämä saattaa johtaa kasvien määrän köyhtymiseen alueella, elleivät hoitomenetelmät

ole tarpeeksi säännöllisiä. Korkeampien kasvien niitolla parannettaisiinkin ainakin pienten ketokasvien itämistä varjostuksen vähenemisen myötä. Ylipuutarhuri Anja Pitkäsen mukaan Kustaanmiekalla pyritään tulevaisuudessa estämään rehevöitymistä myös maastoltaan hankalammilla alueilla ja erilaisilla menetelmillä, esimerkiksi poistamalla alueelta ylimääräisiä puita ja kartoittamalla pahiten rehevöityneet alueet. Myös jyrkänteiden kasvillisuus on paikoin pahastikin rehevöitynyt, joten niiden hoidon aloittaminen on erityisen tärkeää. Etenkin niittojätteen poiskuljettaminen on yksi tärkeimmistä hoitotoimenpiteistä.

4.4 Loppukatsaus ketojen ominaisuuksiin

Kustaanmiekan ketojen kasvilajisto oli paikoitellen melko runsasta, mihin vaikuttivat monet eri tekijät, kuten maaperä, kallioisuus ja muut ilmastolliset tekijät. Silmämääräisesti arvioituna myös hyvin pienet ja paikalliset ilmasto-olot vaikuttivat etenkin maan kosteusoloihin ja tällöin suuresti myös alueen kasvistoon. Tarkasteltaessa kutakin ketoa erikseen niiden kasvilajisto-, maaperä- ja ympäristötekijöiden väliltä löytyy suuriakin eroavaisuuksia. Rantavarustuksen glasiisilla kasvilajimäärä/m² oli kaikkein suurin, mikä ei välttämättä näkynyt ulospäin, sillä kasvusto oli alueella melko rehevää ja tiheää. Kasvupaikalla oli kuitenkin hyvin samankaltaisia piirteitä kuin kuivilla lehtorinteillä, missä keväällä kukkivien putkilokasvilajien runsaus on tyypillistä. Alueella kasvoi myös muutama lehtipuu, joiden alla viihtyivät monet kevätkukkijalajit, kuten keltamo ja pystykiurunkannus. Rantavarustuksen glasiisilla maaperän kalsiumpitoisuus oli yksi suurimmista Kustaanmiekan kedoilla. Kedon kokonaistyyppipitoisuus oli myös suurin, mikä näkyi kasvuston rehevyydessä. Jaakkolan (2001) mukaan suuri tyyppipitoisuus lisää kasvien altistumista sienitaudeille ja lakoutumiselle. Alueella kasvien lakoutuminen olikin silmämääräisesti katsottuna selvästi muita ketoja yleisempää.

Helanderin ym. (1987) mukaan eloperäisen maan paksuus vaihtelee Suomenlinnassa merkittävästi. Tämä taas puolestaan vaikuttaa maan ravinteiden määrään, kosteuspitoisuuteen ja kasvuvoimaan. Paksuhumuksisilla mailla vallitsevia lajeja ovat seittitakiainen, kyläkarhiainen, nokkonen ja vadelma (Helander ym. 1987), joita kasvoi etenkin Rantavarustuksen glasiisilla, A 2 luonnonalueella ja Ulkovarustuksen glasiisilla. Tästä ja myös omista maaperätuloksista voidaan päätellä, että kyseisillä kedoilla maan ravinteisuus oli suuri, mikä vaikutti myös alueiden

kasvistoon merkittävästi. Kyseisten ketojen ominaisuuksia voidaan pitää melko samankaltaisina, niin maan ravinteisuuden kuin kasvistonkin osalta. Vain A 2 luonnonalueeseen kuului ruutujen ulkopuolelle jäänyttä kalliokasvillisuutta. Ketojen maaperän kalsiumpitoisuus oli suuri, minkä lisäksi A 2 luonnonalueen ja Ulkovarustuksen glasiisin maan fosforipitoisuus oli muita ketoja huomattavasti suurempi. Varsinkin Ulkovarustuksen glasiisin maaperän fosforipitoisuus oli merkittävän suuri (310 mg/l maata). Maaperän suuren fosforipitoisuuden alkuperää on hankala arvioida, mutta näin suurena pitoisuutena se on varmasti vaikuttanut kasvillisuuden määrään, jolloin alueen kasvustosta on tullut hyvinkin rehevää. Jaakkolan (2001) mukaan fosfori vaikuttaa suuresti etenkin viljelykasvien sadon määrään ja laatuun.

Suurimpana poikkeuksena kedoista voidaan pitää Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasoa, minkä kasviston ja maaperän ominaisuudet erottuivat selvästi muiden ketojen ominaisuuksista. Erilaiset maaperäanalyytit kertovat, että kyseisen kedon maa on hyvin köyhää ravinteiden suhteen, mikä on myös vaikuttanut alueen kasvillisuuteen ja kokonaislajimäärään. Tallaus ja alueen tuulisuus vähensivät edelleen joidenkin kasvilajien selviämismahdollisuuksia, mikä puolestaan antoi köyhemmän maan kasveille lisää elintilaa. Alueen suuri lyijypitoisuus herättää myös huomiota, sillä sen myrkyllisen suuresta pitoisuudesta on varmasti ollut haittaa alueen kasvilajeille.

Bastioni Zander ja siellä kasvaneet putkilokasvilajit ovat tähän päivään mennessä saaneet kasvaa melko rauhassa. Kasvupaikkana kedolla oli samanlaisia piirteitä, mitä Kustaanmiekan sisäosan hiekkatasolla on. Kummankin kedon kasvillisuus oli heinävaltaista, missä kasvoi myös muita tavallisimpia ketojen kasveja (Ryttäri 2005), kuten hopeahanhikki ja siankärsämö. Myös möyheät mehikasvit, esimerkiksi keltamaksaruoho ja isomaksaruoho viihtyivät paikalla hyvän vedenvarastointikykyänsä vuoksi. Paahteinen ja tuulinen ympäristö pitää kasvupaikan melko kuivana, jolloin paikan tyyppillinen ketokasvillisuus pysyy näillä näkymin rauhassa. Kuivuus myös hidastaa umpeenkasvua, jolloin kasvillisuus saattaa säilyä matalana melko pitkäänkin ilman suurempaa hoitoa (Vainio ym. 2001). Kedon melko korkea maaperän kalsiumpitoisuus saattoi johtua vieressä sijainneesta kivimuurista, josta vuosien saatossa liuennut kalkkilaasti on vaikuttanut myös maaperän ravinteisuuteen.

Kustaanmiekan suurin kallioketoalue Makeavesialtaiden luonnonalue on pysynyt hoitamattomana, mikä ei selvästi ole ainakaan huonontanut kalliokedon kasviston tilaa. Paikan kokonaiskasvilajimäärä oli kedoista toiseksi suurin, mikä johtui osittain sen monimuotoisista kasvupaikoista. Vaikka kokonaislajimäärä olikin ketojen suurimpia,

maaperä oli pH-arvoltaan (5,2) kedoista alhaisin. Happamalla graniittikallioilla lajisto onkin yleensä niukinta, kalkkivaikutteisten kallioiden kasvilajiston ollessa hyvin rikasta ja vaihtelevaa (Vainio ym. 2001). Mikäli kallioketo olisi kalkkivaikutteinen, lajisto voisi olla tällöin runsaampaa. Alueella kasvoi suurelta osin kalliokasvillisuutta, mutta myös kosteampien kasvupaikkojen kasvillisuutta, muun muassa kosteammissa kalliosoistumisissa viihtyvää (Mossberg & Stenberg 2005) jokapaikansaraa. Kalliolta virtaava vesi vaikutti alavampien kasvupaikkojen kosteusoloihin, jolloin kasvuston rehevyys oli suurempaa kallion juurella. Tämä puolestaan lisäsi kedon monimuotoisuutta entisestään. Kedon putkilokasvien pohjakerroksen peittävyys oli huomattavan pieni muihin ketoihin verrattuna, sillä alue oli hyvin kallioinen, minkä lisäksi myös sammaleen ala oli melko suuri. Vaikka tallaus oli alueella huomattavaa ja läpikulku paikalla vilkasta, kasvusto näytti melko runsaalta ja hyvinvoivalta.

Rannan vieressä sijainnut Patteri 4 vallialue poikkesi muista kedoista korkean kasvillisuutensa vuoksi. Kedon kaltevuus oli hyvin jyrkkä, mikä antoi hyvän kasvualustan vallialueilla viihtyvälle ukonpalolle (Mossberg & Stenberg 2005). Paikan kasvuston tiheyttä lisäsi etenkin ukonpalon suuri peittävyys, mikä varjostamalla heikensi pienempien ketokasvien menestymistä. Kedolla pärjäivät parhaiten korkeat ja suurikokoiset kasvit. Vasta rinteiden alaosissa hiekkamaan muuttuessa kallioksi, pienimmät ja tyypillisimmät kallioketojen kasvilajit (Vainio ym. 2001), kuten keltamaksaruoho ja ahosuolaheinä, menestyivät paikalla paremmin kuin kookkaat kasvit.

Kedoista pinta-alaltaan suurimmalla Patteri 1 vallialueella kasvillisuus oli tyypiltään melko samankaltainen kuin Patteri 4 vallialueella. Molemmilla kedoilla korkea- ja tiheäkasvuinen kasvillisuus sijaitsi rinteiden jyrkimmällä kohdalla, minkä alapuolelle levittyi tyypillisempää ketolajistoa. Keto poikkesi Patteri 4 vallialueesta kuitenkin määrällisesti lajistoltaan. Paikan sijainti oli suojaisampi, jolloin kasvilajien määrä oli runsaampaa. Paikalla viihtyi myös paljon sellaisia lajeja, joita ei puolestaan löytynyt kuin muutamalta muulta kedolta. Esimerkiksi terhi, karvahorsma ja pukinparta (*Tragopogon pratensis* L.) viihtyivät melko runsaina paikalla.

Kesällä 2009 aidalla suojattu A 33 ruutikellarin alue on aikaisempina vuosina kunnostettu ja maahan on lisätty multaa. Maaperän kokonaistyyppipitoisuus on samaa luokkaa Rantavarustuksen glasiisin kanssa, mikä kertoo paljon myös alueiden kasvuston rehevyydestä. A 33 ruutikellarin alueella kasvoi etenkin typensitojakasvina tunnettua puna-apilaa, jonka kasvupaikka sijaitsi kumpareen harjanteella. Kummun yläosaa voidaan kuvailla hyvin paahteiseksi ympäristöksi, missä viihtyivät parhaiten

keltamatara, ketomaruna sekä peltokorte. Nämä kasvilajit kasvoivat paikalla varsin kitukasvuisina kummun päällä sijainneen kuivan maaperän ja kovan auringonsäteilyn vuoksi. Monet paahdeympäristöjen lajit menestyvät yleensä paremmin, mikäli alueen mineraalimaata on näkyvissä (Ryttäri 2005). Kedon paljaan maan ala olikin paljon suurempi kuin muilla kedoilla. Hoidon puolesta paahdeympäristöjen niittoajankohdan ja tavan valinnoilla voidaan vaikuttaa merkittävästi alueen monimuotoisuuteen (Ryttäri 2005).

Kustaanmiekan toinen, selvästi kallioketomainen A 2 eteläpuolen kallioalue sijaitsi paikalla, minkä kevätkukkijoiden määrä oli huomattavasti runsaampaa kuin muilla kedoilla. Keto-orvokki, mäkiarho ja keltamaksaruoho kukkivat alueella toukokuussa hyvin runsaina, mikä teki alueesta myös maisemallisesti arvokkaan. Kalliokedon ollessa melko tasainen maastoltaan, kosteusolosuhteet pysyivät hyvin samanlaisina eri puolella ketoa. Alueella kasvoi myös paljon koiranheinää, joka kasvoi runsaimmin paksuhumuksisella paikalla. Syrjäsen (2002) mukaan kalkkivaikutteisilla kallioilla myös sammallajien monimuotoisuus on suurempaa kuin karuilla silikaattikallioilla. Kedon maaperästä mitattu varsin suuri kalsiumpitoisuus on saattanut vaikuttaa paikan maaperäoloihin, minkä johdosta alueen sammaleen peittävyys on suurempi verrattuna ketoihin, joiden maaperän kalsiumpitoisuus oli pienempi.

5 Johtopäätökset

Tutkimuksen ensisijaisena tarkoituksena oli kartoittaa Kustaanmiekan ketojen putkilokasvilajisto ja lajien runsaus. Ketokasvit viihtyivät etenkin kallioisilla ja maaperältään köyhemmillä alueilla, missä rehevämpien niittykasvien yleensä kasvupaikalle tuomat haitat eivät olleet vielä niin suuria. Yhdessä kuivan- ja tuoreen niityn eri kasvilajien määrä oli vähäisempää, helposti leviävien kasvilajien vallatessa tyypillisten ketokasvilajien elintilaa. Ravinteiltaan köyhemmillä alueilla suuret valtalajit, kuten koiranheinä ja pujo, eivät pystyneet kilpailemaan pienempien ketokasvien rinnalla. Ketokasvien määrä on kuitenkin päässyt joillakin kasvupaikoilla köyhtymään muun muassa suuren ravinteiden määrän takia. Vaikka erilaisten ketojen kasvilajimäärät poikkesivat toisistaan, niillä kasvoi kuitenkin hyvin paljon samoja kasvilajeja. Myös ketojen valtalajeista esimerkiksi koiranheinä ja juolavehna kasvoivat melko runsaina kaikilla kedoilla.

Yleisesti kalliokedoilla kasvilajeja kasvoi runsaasti, vaikka niillä tehtävät hoitomenetelmät olivat vähäisiä tai hoitoa ei ollut lainkaan. Kasvilajimäärä/m² oli kuitenkin Kustaanmiekan kedoilla alhaisempi kuin esimerkiksi monilla muilla Helsingin niityillä (Forss 2008). Hoito ei olekaan välttämättä niin tärkeää kuivilla kalliokedoilla, missä maan ravinnemäärät ovat muutenkin niukempia. Kallioketojen kevätkukkijoiden määrä oli huomattavasti suurempi kuin muilla ketoalueilla. Tämä saattaa johtua maaperän kosteusolosuhteista ja ravinteiden määrästä, jotka olivat kallioisilla paikoilla alhaisempia kuin rehevimmillä kedoilla. Kuitenkin lumien sulamisvedet pitivät kallioisten paikkojen maaperän kosteana melko pitkälle kevääseen. Myös multakerroksen paksuus oli kallioisilla paikoilla paljon ohuempaa kuin muualla, mikä parantaa maaperän vedenläpäisykykyä, jolloin kallioiden pintamaa pysyy kuivempana.

Useimpien ketolajien kilpailumahdollisuudet jäävät tulevaisuudessa varsin heikoiksi, mikäli Kustaanmiekan rehevämpien tuoreiden niittyjen hoitoa ei tehosteta. Hoidon tulisi olla intensiivisempää varsinkin niillä ketoalueilla, joilla suurempien niitykasvien määrä on jo päässyt nousemaan. Jos nämä kasvilajit saavat levittäytyä rauhassa, kooltaan pienemmillä ketokasveilla ei ole mahdollisuuksia kilpailla valosta ja elintilasta. Erityisesti ketoneilikan ja masmalon nykyisiä kasvupaikkoja tulisi suojella oikeanlaisella hoidolla yhä enemmän. Vaikka näiden kasvilajien populaatiot ovat Kustaanmiekan hyvin pieniä, ketojen hoidolla on merkittävä vaikutus lajiston monimuotoisuuden säilyttämiseen. Jos kasvi-inventointeja tehtäisiin lisää, alueen hoitomenetelmiä olisi helpompi tehostaa, jolloin kasvistoltaan herkempiä ja uhanalaisimpia paikkoja pystyttäisiin suojelemaan paremmin. Kuitenkin jo nyt nähdään Kustaanmiekan toteutuneen oikeanlaisen hoidon onnistuminen ja sitä kautta saatu maisemallinen arvo. Huomioitaessa Kustaanmiekan ja koko Suomenlinnan historia ja sota-aika, olisi sen mahdollisia vaikutuksia alueen kasvistoon hyvä tutkia myös enemmän. Myös muita maaperään liittyviä ominaisuuksia kuten ravinnepitoisuuksia ja niiden vaikutuksia kasvillisuuteen olisi hyvä tutkia lisää tulevaisuuden hankkeissa ja projekteissa. Ihmisten tietämystä Kustaanmiekan ominaislaatuudesta kasvistosta voitaisiin myös lisätä, jotta ketojen kasvilajit menestyisivät myös tulevaisuudessa niille luontaisilla kasvupaikoilla. Tallaukselle herkätkä paikat tulisi myös ottaa huomioon, jotta niiden mahdollisesti rikas kasvisto saataisiin elpymään.

6 Kiitokset

Haluan kiittää hyvistä ja idearikkaista neuvoista ohjaajiani, yliopistonlehtori, dosentti Leena Lindéniä Maatalous-metsätieteellisestä tiedekunnasta ja yliopistonlehtori, dosentti Sirkku Mannista Biotieteellisestä tiedekunnasta. Filosofian maisteri Virpi Karénia haluan kiittää avustamisesta kasvintunnistuksessa ja maastotöissä sekä muista hyvistä vinkeistä. Lisäksi erityiskiitos Suomenlinnan hoitokunnan työntekijöille, arkkitehti Tuija Lindille, ylipuutarhuri Anja Pitkäselle sekä puutarhuri Iina Johanssonille. Kiitän myös muita Suomenlinnan hoitokunnan työntekijöitä, jotka avustivat tutkimuksessa ja sen eri vaiheissa. Kiitos yhteistyöstä Inkeri Vähä-Piikkiölle Helsingin kaupungin tietokeskuksesta ja tilastollisen analyysin ohjauksesta Petri Peltoselle Helsingin yliopiston Metsävarojen käytön laitokselta. Harmajan sääaseman tiedoista kiitos Pauli Rissaselle Ilmatieteen laitokselta.

7 Lähteet

- Aalto, M. 2009. Matkalla maisemaan – luonnollisesti. Suomen Luonnonsuojeluliiton ja VR:n perinnemaisemaprojekti Keski-Suomessa 2008–2009. s. 1-10. <http://www.sll.fi/keski-suomi/luonto/lajit/niitut/vrmaisema-hanke>. Helsinki: Suomen luonnonsuojeluliitto. Viitattu 11.12.2009.
- Bastrenta, B., Lebreton, J-D. & Thompson J. D. 1995. Predicting demographic change in response to herbivory. A model of the effects of grazing and annual variation on the population dynamics of *anthyllis vulneraria*. *Journal of Ecology* 83: 603-611.
- Berghem, F. 2009. Ketoneilikan (*Dianthus deltooides* L.) populaatorakenne, fenologia ja siementuotto pääkaupunkiseudun tutkimusniityillä. Kasvibiologian pro gradu - tutkielma. Helsingin yliopisto, bio- ja ympäristötieteiden laitos. 50 s.
- Cole, D. N. 1995. Experimental trampling of vegetation. I. Relationship between trampling intensity and vegetation response. *Journal of Applied Ecology* 32: 203-214.
- Critchley, C. N. R., Chambers, B. J., Fowbert, J. A., Sanderson, R. A., Bhogal, A. & Rose, C .S. 2002. Association between lowland grassland plant communities and soil properties. *Biological Conservation* 105: 199-215.
- Fitter, A. H., Fitter, R. S. R., Harris, I. T. B. & Williamson, M. H. 1995. Relationships between first flowering date and temperature in the flora of a locality in central England. *Functional Ecology* 9: 55-60.
- Forss, S. 2008. Kärnväxtvegetationen på stadsängar i huvudstadsregionen – jordmånens, urbanitetsgradens och skötselns inverkan. Avhandling pro gradu. Helsingfors universitet, institutionen för bio- och miljövetenskaper, avdelningen för miljöbiologi. 52 s.
- Garcia, A. 1992. Conserving the species-rich meadows of Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 40: 219-232.
- Grime, J. P., Hodgson, J. G. & Hunt, R. 2007. *Comparative Plant Ecology. A functional approach to common British species.* 2nd Edition. Dalbeattie, UK: Castlepoint Press. 748 pp.
- Hamari, R. 2008. Linnoitukset kasvien elinympäristönä. Teoksessa: Summanen, E. (toim.). *Luonto linnoituksessa. Museoviraston rakennushistorian osaston julkaisuja* 31. Kotka: Museovirasto. s. 20-47.
- Hanski, I., Lindström, J., Niemelä, J., Pietiäinen, H. & Ranta, E. 1998. *Ekologia*. 1. painos. Juva: WSOY. 580 s.

- Hæggström, C.-A. 1995. Monenlaisia niittyjä. Teoksessa: Hæggström, C.-A. Heikkilä, T., Peiponen, J. & Vuokko, S. (toim.). Toukohärkä ja kultasiipi – niityt ja niiden hoito. Keuruu: Otava. s. 41-63.
- Hæggström, C.-A., Heikkilä, T., Peiponen, J. & Vuokko, S. 1995. Toukohärkä ja kultasiipi – niityt ja niiden hoito. 1. painos. Keuruu: Otava. 160 s.
- Hartikainen, H. 2001. Maaperä. Teoksessa: Heinonen, R. (toim.), Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. Maa, viljely ja ympäristö. 1.- 3. painos. Helsinki: WSOY. s. 9-89.
- Heikkilä, K., Borg, P. & Tarvainen, A. 1996. Ketojen ja niittyjen hoito-opas. Helsinki: Suomen luonnonsuojeluliitto. 49 s.
- Heikkinen, P. 1999. Maaperän haitta-aineiden sitoutuminen ja kulkeutuminen maaperässä. Kirjallisuusraportti. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. 134 s.
- Helander, V., Henttonen, S., Simons, T. & Ahlqvist, R. 1987. Suomenlinnan maisema. Kunnostussuunnitelma. Helsinki: Suomenlinnan hoitokunta. 197 s. Lisäksi liite vuosien 1912-20, 1957-58 ja 1977-80 kasvi-inventoinneista.
- Huhta, A-P. & Rautio, P. 1998. Evaluating the impacts of mowing: a case study comparing managed and abandoned meadow patches. *Annales Botanici Fennici* 35: 85-99.
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T. & Uotila, P. (toim.) 1998. Retkeilykasvio. 4. painos. Helsinki: Luonnontieteellinen museo, Kasvimuseo. 656 s.
- Ilmarinen, K., Mikola, J., Nissinen, K. & Vestberg, M. 2009. Role of soil organisms in the maintenance of species-rich seminatural grasslands through mowing. *Restoration Ecology* 17: 78-88.
- Ilmatieteen laitos. 2009. Ilmastotilastot 2009. Huhtikuu-Elokuu 2009. www.ilmatieteenlaitos.fi. Helsinki: Ilmatieteen laitos. Viitattu 20.9.2009.
- Jaakkola, A. 2001. Kasvinravitseminen. Teoksessa: Heinonen, R. (toim.), Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. Maa, viljely ja ympäristö. 1.- 3. painos. Helsinki: WSOY. s. 173-254.
- Janssens, F., Peeters, A., Tallowin, J. R. B., Bakker, J. P., Bekker, R. M., Fillat, F. & Oomes, M. J. M. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* 202: 69-78.
- Jansson, H. & Raatikainen, K. 2008. Vallisaaren ja Kuninkaansaaren alueen hoitosuunnitelma. Vantaa: Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja 46. 49 s.

- Jutila, H. M. 1997. Vascular plant species richness in grazed and ungrazed coastal meadows, SW Finland. *Annales Botanici Fennici* 34: 245-263.
- Jylhänkangas, T. & Esala, M. 2002. Niittykasvien kasvupaikkavaatimukset maaperän suhteen. MTT:n selvityksiä 3. Jokioinen: MTT. 58 s.
- Kabata-Pendias, A. & Pendias, H. 2001. Trace elements in soils and plants. 3th edition. Florida: CRC Press. 432 pp.
- Kellomäki, S. 1973. Tallaamisen vaikutus mustikkatyypin kuusikon pintakasvillisuuteen. *Silva Fennica* 7: 96-113.
- Kurtto, A. 1997. Wild vascular plants of the sea fortress of Suomenlinna in 1918-1996. Helsingin kasvimuseo, Suomen luonnontieteellinen keskusmuseo. Käsikirjoitus. Nähtävissä Helsingin kasvimuseossa. 15 s.
- Kurtto, A. 1993. Niityt ja kedot. Teoksessa: Pälkäs, O. (toim.) Keto-opas. Helsinki: Suomen luonnonsuojeluliitto. s. 5-13.
- Kurtto, A. & Helynranta, L. 1998. Helsingin kasvit. Kukkivilta kiviltä metsän syliin. Helsinki: Helsingin kaupungin ympäristökeskus ja Yliopistopaino. 400 s.
- Lassila, A. 1996. Kotipihaan kukkaniitty. Maa- ja kotitalousnaisten Keskus. Iisalmi. 48s.
- MA-arkkitehdit. 1996. Kustaanmiekkan viheralueen kunnostussuunnitelma. Helsinki: Suomenlinnan hoitokunta. 23 s.
- MA-arkkitehdit. 2005. Piperin puiston puu- ja ruohovartinen kasvillisuus ja kasvisto. Helsinki: Helsingin kaupungin rakennusvirasto/katu- ja puisto-osasto. 57 s.
- Mossberg, B. & Stenberg, L. 2005. Suuri Pohjolan kasvio. 2. painos. Helsinki: Tammi. 928 s.
- Norderhaug, A., Ihse, M. & Pedersen, O. 2000. Biotope patterns and abundance of meadow plant species in a Norwegian rural landscape. *Landscape Ecology* 15: 201-218.
- Olde Venterink, H., Wassen, M. J., Verkroost, A. W. M. & de Ruiter P. C. 2003. Species richness-productivity patterns differ between N-, P- and K-limited wetlands. *Ecology* 84: 2191-2199.
- Pykälä, J., Alanen, A., Vainio, M. & Leivo, A. 1994. Perinnemaisemien inventointiohjeet. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 559. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. s. 1-106.
- Pykälä, J. & Alanen, A. 2004. Perinnebiotoopit ja niiden väheneminen. Teoksessa: Tiainen, J., Kuusisaari, M., Laurila I. P. ja Toivonen, T. Elämää pellossa. Suomen maatalousympäristön monimuotoisuus. 1. painos. Helsinki: Edita. s. 192-203.

- Pykälä, J., Luoto, M., Heikkinen, R.K. & Kontula, T. 2005. Plant species richness and persistence of rare plants in abandoned semi-natural grasslands in northern Europe. *Basic and Applied Ecology* 6: 25-33.
- Pykälä, J., Pöyry, J., Kuussaari, M. & Heikkinen, R. 2004. Perinnebiotooppien kasvi- ja eläinlajisto. Teoksessa: Tiainen, J., Kuusisaari, M., Laurila I. P. ja Toivonen, T. Elämää pellossa. Suomen maatalousympäristön monimuotoisuus. Helsinki: Edita. s. 204-219.
- Pöyry, J. 2007. Ketojen uhanalainen lajisto ja optimaalinen hoito. Loppuraportti. Suomen ympäristökeskus. www.mmm.fi/attachments/mmm/tutkimus/lumottu/5uUEFtscp/Ketojen_uhanalainen_lajisto.doc. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Viitattu 10.11.2009.
- Raatikainen, K. M., Heikkinen, R. K. & Pykälä, J. 2007. Impacts of local and regional factors on vegetation of boreal semi-natural grasslands. *Plant Ecology* 189: 155-173.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1989. *Biometria. Tilastotiedettä ekologeille*. Helsinki: Yliopistopaino. 569 s.
- Rassi, P., Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. (toim.). 2001. Suomen lajien uhanalaisuus 2000. Helsinki: Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. 432 s.
- Rikkinen, J. 2008. Jäkälät ja sammaleet Suomen luonnossa. Keuruu: Otava. 208 s.
- Rita, H. 2008. Y131A Tilastollisia malleja 1 -luentomonisteet. Helsingin yliopisto, metsävarojen käytön laitos. 237 s. + 116 s.
- Ryttäri, T. 2005. Paahdeympäristöt – ekologia ja kasvisto. Teoksessa: From S. (toim.). Paahdeympäristöjen ekologia ja uhanalaiset lajit. Helsinki: Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja. s. 12-28.
- Saarinen, K., Jantunen, J. & Valtonen A. 2004. Kenttäketoja Etelä-Karjalassa. *Lutukka* 3: 72-78.
- Schulman, A., Alanen, A., Hæggström, C-A., Huhta, A-C., Jantunen, J., Kekäläinen, H., Lehtomaa, L., Pykälä, J. & Vainio, M. 2008. Perinnebiotoopit. Julk.: Raunio, A. Schulman, A. & Kontula, T. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa II: Luontotyyppien kuvaukset. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, Suomen ympäristö 8. s. 397-466.
- Sulkava, P. & Norokorpi, Y. 2007. Luontomatkailun vaikutukset kasvillisuuteen ja maaston kulumiseen Pallas-Yllästunturin kansallispuistossa. Metsähallituksen

- luonnonsuojelujulkaisuja: Sarja A 166. 75 s. <http://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/pdf/luo/a166.pdf>. Viitattu 5.12.2009.
- Summanen, E. 2008. Luonto linnoituksessa. Museoviraston rakennushistorian osaston julkaisuja 31. Kotka: Museovirasto. 88 s.
- Syrjänen, K. 2002. Kalkkikalliot. Teoksessa: Ulvinen, T., Syrjänen, K. & Anttila, S. (toim.). Suomen sammalet - levinneisyys, ekologia, uhanalaisuus. Helsinki: Suomen ympäristökeskus, Suomen ympäristö 560. s. 73-75.
- Toivonen, H. & Leivo, A. 2001. Kasvillisuuskartoituksessa käytettävä kasvillisuus- ja kasvupaikkaluokitus. Kokeiluversio. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A, No 14. 97s. <http://julkaisut.metsa.fi/julkaisut/pdf/luo/a14.pdf>. Viitattu 23.10.2009.
- Vainio, M., Kekäläinen, H., Alanen, A. & Pykälä, J. 2001. Suomen perinnebiotoopit, Perinnemaisemaprojektin valtakunnallinen loppuraportti. Suomen ympäristö 527, perinnebiotooppien nykytila 5: 44-67. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=9914&lan=fi>. Viitattu 1.11.2009.
- Vuokko, S. 1983. Uhatut kasvimme. Suomen luonnonsuojeluliiton teemakirja. Helsinki: Forssan kirjapaino. 96 s.
- Vuorela, I. 1999. A glance into the vegetation and settlement of the fortress islands of Suomenlinna, Helsinki. Pollen analytical study. Grana 38: 255-260.
- Weaver, T & Dale, D. 1978. Trampling Effects of Hikers, Motorcycles and Horses in Meadows and Forests. *Journal of Applied Ecology* 15: 451-457.
- Westman, C.J. 1991. Maaperä ja sen toiminta kasvualustana. Helsingin yliopiston Metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja N:o.67, Helsinki. 33 s. <http://honeybee.helsinki.fi/mmeko/KURSSIT/ME102/Maapera>. PDF 20.10.2004. Viitattu 10.4.2010.
- Wild, A. 1995. Soils and the environment: an introduction. Cambridge, USA: Cambridge University Press. 287 pp.

Liite 1. Kaikkien lajien esiintyminen ja peittävyys Kustaanmiekkan kedoilla

Kedoille tehtyjen ruutujen lukumäärä (6-12)

		Keto 1 (6)	Keto 2 (8)	Keto 3 (6)	Keto 4 (8)	Keto 5 (10)	Keto 6 (8)	Keto 7 (8)	Keto 8 (12)	Keto 9 (8)	Keto 10 (8)
<i>Achillea millefolium</i>	siankärsämö	x	1,06 (1,05)	0,75 (0,61)	0,94 (1,86)	2,55 (2,59)	0,56 (0,82)	1,45 (1,34)	1,29 (1,86)	0,75 (1,03)	0,81 (1,55)
<i>Aegopodium podagraria</i>	vuohenputki	-	0,06 (0,17)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis capillaris</i>	nurmirölli	0,58 (1,42)	0,88 (2,47)	0,33 (0,60)	1,19 (3,16)	0,30 (0,67)	10,00 (13,79)	x	x	0,38 (0,74)	x
<i>Alchemilla</i> spp.	poimulehti	-	1,18 (2,59)	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Allium oleraceum</i>	nurmilaukka	0,08 (0,20)	-	0,08 (0,20)	0,06 (0,17)	-	0,12 (0,36)	-	x	-	0,31 (0,53)
<i>Allium schoenoprasum</i>	ruoholaukka	-	-	-	-	-	0,68 (1,43)	x	0,25 (0,62)	x	5,75 (6,76)
<i>Alopecurus geniculatus</i>	polvipuntarpää	x	-	x	-	-	-	-	-	x	x
<i>Alopecurus pratensis</i>	nurmipuntarpää	1,25 (0,82)	15,93 (6,4)	0,58 (0,91)	0,06 (0,17)	-	0,06 (0,17)	0,06 (0,17)	0,20 (0,72)	x	x
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	tuoksusimake	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Anthyllis vulneraria</i>	masmalo	-	-	-	0,81 (0,41)	-	x	-	-	-	-
<i>Anthriscus sylvestris</i>	koiranputki	1,25 (2,60)	1,93 (2,06)	0,5 (0,54)	-	0,05 (0,15)	1,62 (3,00)	-	0,33 (1,15)	-	x
<i>Arabidopsis suecica</i>	Ruotsinpitkäpalko	x	-	-	x	x	x	x	0,08 (0,28)	-	x
<i>Arabidopsis thaliana</i>	lituruoho	-	-	-	-	x	0,25 (0,70)	-	x	-	-

		Keto 1 (6)	Keto 2 (8)	Keto 3 (6)	Keto 4 (8)	Keto 5 (10)	Keto 6 (8)	Keto 7 (8)	Keto 8 (12)	Keto 9 (8)	Keto 10 (8)
<i>Arctium tomentosum</i>	seittitakiainen	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	mäkiarho	1,33 (1,25)	x	x	x	x	0,31 (0,88)		0,33 (0,68)	x	0,62 (0,79)
<i>Artemisia campestris</i>	ketomaruna	-	x	x	2,37 (2,44)	0,5 (0,74)	1,00 (1,53)	0,62 (1,06)	1,12 (1,69)	4,93 (4,37)	0,18 (0,25)
<i>Artemisia vulgaris</i>	pujo	0,08 (0,20)	0,43 (1,23)	-	-	0,05 (0,15)	-	7,56(11,06)	1,66 (3,79)	0,06 (0,17)	x
<i>Asperugo procumbens</i>	terhi	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-
<i>Avenula pubescens</i>	mäkikaura	-	0,12 (0,35)	0,83 (0,98)	-	0,65 (1,88)	0,62 (1,27)	-	-	-	0,68 (1,33)
<i>Barbarea vulgaris</i>	peltokanankaali	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>Barbarea stricta</i>	rantakanankaali	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>Berteroa incana</i>	Harmio	0,41 (0,66)	x	x	x	0,20 (0,34)	x	x	0,29 (0,49)	0,25 (0,26)	0,75 (1,60)
<i>Bromus hordeaceus</i>	mäkikattara	-	x	x	-	0,2 (0,34)	x	0,13 (0,35)	0,16 (0,32)	x	0,75 (1,16)
<i>Bunias orientalis</i>	ukonpalko	5,33 (7,60)	x	0,41 (0,66)	-	x	-	7,25(13,48)	2,20 (3,37)	2,38 (5,20)	-
<i>Calamagrostis epigejos</i>	hietakastikka	-	-	-	-	-	-	1,12 (2,47)	-	x	-
<i>Campanula rotundifolia</i>	kissankello	-	-	x	0,25 (0,70)	x	-	-	-	0,12 (0,23)	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	lutukka	1,08 (1,24)	-	-	-	1,75 (4,09)	-	-	x	x	-
<i>Cardamine pratensis</i>	luhtalitukka	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-

		Keto 1 (6)	Keto 2 (8)	Keto 3 (6)	Keto 4 (8)	Keto 5 (10)	Keto 6 (8)	Keto 7 (8)	Keto 8 (12)	Keto 9 (8)	Keto 10 (8)
<i>Carduus crispus</i>	kyläkarhiainen	0,33 (0,51)	x	x	x	-	-	-	-	x	x
<i>Carex nigra</i>	jokapaikansara	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Carum carvi</i>	kumina	x	-	0,41 (1,02)	-	0,1 (0,31)	-	0,06 (0,17)	-	-	-
<i>Centaurea jacea</i>	ahdekaunokki	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Cerastium fontanum</i>	nurmihärkki	1,08 (1,20)	x	0,08 (0,20)	0,06 (0,17)	0,10 (0,21)	-	-	0,13 (0,31)	-	1,00 (1,46)
<i>Cerastium semidecandrum</i>	mäkihärkki	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>Chelidonium majus</i>	keltamo	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i>	jauhosavikka	0,08 (0,20)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	pelto-ohdake	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium vulgare</i>	piikkiohdake	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x
<i>Corydalis solida</i>	pystykiurunkannus	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crepis tectorum</i>	ketokelto	-	-	x	0,12 (0,35)	-	-	x	-	-	-
<i>Cystopteris fragilis</i>	haurasloikko	-	x	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	koiranheinä	7,00 (2,64)	3,00 (3,11)	2,83 (3,01)	0,18 (0,53)	0,80 (1,05)	1,18 (1,96)	3,75 (4,84)	0,13 (0,31)	0,06 (0,17)	5,13 (4,88)
<i>Dianthus deltoides</i>	ketoneilikka	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-

		Keto 1 (6)	Keto 2 (8)	Keto 3 (6)	Keto 4 (8)	Keto 5 (10)	Keto 6 (8)	Keto 7 (8)	Keto 8 (12)	Keto 9 (8)	Keto 10 (8)
<i>Elymus repens</i>	juolavehnä	1,50 (1,89)	3,18 (2,20)	3,58 (2,39)	5,68 (7,66)	4,15 (4,34)	0,50 (0,80)	6,50 (4,39)	2,45 (3,34)	0,88 (0,72)	0,93 (1,67)
<i>Epilobium angustifolium</i>	maitohorsma	-	-	-	-	x	-	x	x	-	x
<i>Epilobium collinum</i>	mäkihorsma	-	x	-	-	-	x	x	x	-	-
<i>Epilobium hirsutum</i>	karvahorsma	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x
<i>Equisetum arvense</i>	peltokorte	-	x	-	0,06 (0,17)	-	x	2,00 (2,91)	0,16 (0,57)	1,00 (1,43)	-
<i>Erophila verna</i>	kevätkynsimö	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Erysimum cheirantoides</i>	peltoukonauris	0,16 (0,40)	x	x	-	0,05 (0,15)	-	0,12 (0,35)	-	0,18 (0,53)	0,12 (0,35)
<i>Erysimum strictum</i>	rantaukonauris	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>Euphorbia esula</i>	kenttätyräkki	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>Euphrasia stricta</i>	ketosilmäruoho	-	-	-	-	-	x	-	x	-	x
<i>Festuca ovina</i>	lampaannata	-	-	-	5,93 (8,95)	2,75 (5,48)	0,50 (0,53)	-	-	1,00 (2,82)	1,68 (1,79)
<i>Festuca pratensis</i>	nurminata	-	1,31 (1,57)	2,75 (2,92)	-	0,15 (0,47)	-	-	-	-	-
<i>Festuca rubra</i>	punanata	1,25 (1,66)	x	2,25 (3,51)	25,25(8,18)	23,55 (21,64)	1,12 (1,38)	1,06 (1,36)	20,62 (24,09)	18,87(8,26)	9,18 (8,91)
<i>Fragaria vesca</i>	ahomansikka	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Gagea minima</i>	pikkukäenrieska	x	-	x	-	x	-	-	x	x	-

		Keto 1 (6)	Keto 2 (8)	Keto 3 (6)	Keto 4 (8)	Keto 5 (10)	Keto 6 (8)	Keto 7 (8)	Keto 8 (12)	Keto 9 (8)	Keto 10 (8)
<i>Galium album</i>	paimenmatara	x	9,43 (4,00)	5,16 (3,12)	x	2,05 (3,85)	0,12 (0,35)	2,62 (3,61)	1,37 (1,96)	0,12 (0,35)	x
<i>Galium palustre ssp. palustre</i>	pikkurantamata	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Galium verum</i>	keltamatara	x	x	-	0,87 (1,48)	-	-	-	2,08 (3,28)	3,93 (5,26)	-
<i>Hieracium umbellatum</i>	sarjakeltano	2,00 (2,38)	x	x	0,18 (0,37)	0,95 (1,03)	0,75 (1,41)	x	0,29 (0,58)	0,18 (0,37)	1,12 (1,21)
<i>Hypericum perforatum</i>	mäkikuisma	-	0,50 (0,59)	-	-	-	0,06 (0,17)	-	-	-	1,06 (1,78)
<i>Lamium album</i>	valkopeippi	3,08 (4,98)	1,50 (3,08)	x	-	-	-	1,31 (1,51)	1,20 (1,84)	x	-
<i>Lamium purpureum</i>	punapeippi	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i>	niittynätkelmä	-	4,81 (6,14)	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Linaria vulgaris</i>	keltakannusruoho	-	x	-	-	x	1,68 (3,15)	0,06 (0,17)	0,25 (0,58)	x	x
<i>Lolium perenne</i>	englanninraiheinä	-	-	-	-	-	-	0,25 (0,37)	-	-	-
<i>Lotus corniculatus</i>	keltamaite	-	-	-	-	0,50 (1,08)	x	-	-	-	-
<i>Lythrum salicaria</i>	rantakukka	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-
<i>Matricaria discoidea</i>	pihasaunio	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myosotis arvensis</i>	peltolemmikki	0,58 (0,37)	x	x	x	x	0,18 (0,37)	0,31 (0,59)	0,12 (0,31)	x	0,37 (1,06)
<i>Myosotis ramosissima</i>	mäkilemmikki	3,08 (1,80)	x	x	-	-	0,06 (0,17)	x	-	-	-

		Keto 1 (6)	Keto 2 (8)	Keto 3 (6)	Keto 4 (8)	Keto 5 (10)	Keto 6 (8)	Keto 7 (8)	Keto 8 (12)	Keto 9 (8)	Keto 10 (8)
<i>Myosotis stricta</i>	hietalemmikki	-	-	x	x	x	-	0,06 (0,17)	-	x	x
<i>Phleum pratense</i>	timotei	1,58 (2,47)	-	-	-	-	-	-	-	x	x
<i>Phragmites australis</i>	järviruoko	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>Pilosella officinarum</i>	huopakeltano	-	-	-	0,50 (1,41)	-	-	-	-	-	-
<i>Pimpinella saxifraga</i>	ahopukinjuuri	-	0,43 (0,86)	0,33 (0,51)	x	0,65 (1,29)	x	-	-	0,37 (0,87)	-
<i>Plantago major</i>	piharatamo	1,16 (2,40)	-	x	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa annua</i>	kylänurmikka	-	-	0,33 (0,81)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa pratensis</i>	niittynurmikka	6,58 (2,05)	1,18 (1,79)	3,75 (3,53)	-	0,60 (0,65)	0,25 (0,70)	1,12 (1,90)	0,25 (0,62)	-	0,06 (0,17)
<i>Polygonatum odoratum</i>	kalliokielo	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum aviculare</i>	pihatatar	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-
<i>Polypodium vulgare</i>	kallioimarre	-	x	x	-	-	0,06 (0,17)	-	-	-	-
<i>Potentilla argentea</i> var. <i>argentea</i>	hopeahanhikki	11,83(9,30)	x	0,91 (0,97)	8,06 (6,02)	2,95 (2,96)	3,50 (3,50)	3,81 (4,62)	4,41 (3,36)	3,12 (2,41)	5,75 (3,63)
<i>Ranunculus acris</i>	niittyleinikki	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x
<i>Rhinanthus minor</i>	pikkulaukku	-	-	-	-	-	0,18 (0,37)	-	-	-	-
<i>Rosa rugosa</i>	kurturuusu	x	x	0,16 (0,40)	-	-	-	-	-	-	-

		Keto 1 (6)	Keto 2 (8)	Keto 3 (6)	Keto 4 (8)	Keto 5 (10)	Keto 6 (8)	Keto 7 (8)	Keto 8 (12)	Keto 9 (8)	Keto 10 (8)
<i>Rubus idaeus</i>	vadelma	-	2,75 (3,44)	-	-	0,10 (0,31)	-	-	x	-	-
<i>Rumex acetosa</i>	niittysuolaheinä	-	0,56 (1,39)	-	x	-	0,75 (1,60)	-	0,08 (0,28)	-	x
<i>Rumex acetosella</i>	ahosuolaheinä	-	0,37 (1,06)	x	0,50 (0,80)	0,75 (1,78)	2,18 (3,88)	x	-	2,5 (2,98)	0,06 (0,17)
<i>Rumex crispus</i>	poimuhierakka	-	x	-	-	-	x	x	x	-	-
<i>Rumex longifolius</i>	hevonhierakka	0,16 (0,25)	x	-	-	-	x	-	-	-	-
<i>Scleranthus annuus</i>	viherjäsenruoho	-	x	-	-	-	1,37 (3,32)	-	-	-	-
<i>Scrophularia nodosa</i>	syyläjuuri	-	0,12 (0,35)	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sedum acre</i>	keltamaksaruoho	-	x	x	-	-	0,43 (1,23)	0,93 (2,65)	0,04 (0,14)	x	2,75 (4,06)
<i>Sedum telephium</i>	isomaksaruoho	0,41 (1,02)	0,37 (1,06)	x	-	-	0,68 (1,16)	0,25 (0,46)	0,58 (1,22)	-	2,0 (2,03)
<i>Silene dioica</i>	puna-ailakki	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Silene latifolia</i>	valkoailakki	x	-	-	-	-	-	3,18 (4,68)	-	-	-
<i>Solidago virgaurea</i>	kultapiisku	-	-	-	-	-	0,06 (0,17)	-	x	-	-
<i>Stellaria graminea</i>	heinätähtimö	2,33 (3,82)	x	0,08 (0,20)	-	-	0,18 (0,37)	0,25 (0,53)	x	-	1,68(3,16)
<i>Stellaria media</i>	pihätähtimö	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	pietaryrtti	x	1,37 (1,92)	1,08 (2,65)	0,06 (0,17)	0,75 (1,45)	1,68 (2,40)	2,50 (2,49)	0,33 (0,68)	0,12 (0,35)	x

		Keto 1 (6)	Keto 2 (8)	Keto 3 (6)	Keto 4 (8)	Keto 5 (10)	Keto 6 (8)	Keto 7 (8)	Keto 8 (12)	Keto 9 (8)	Keto 10 (8)
<i>Taraxacum</i> spp.	voikukka	0,83 (0,93)	x	x	0,37 (1,06)	0,40 (0,51)	0,06 (0,17)	x	x	0,31 (0,59)	0,12 (0,35)
<i>Thlaspi arvense</i>	peltotaskuruoho	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
<i>Tragopogon pratensis</i>	pukinparta	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Trifolium pratense</i>	puna-apila	1,91 (2,41)	x	17,50 (13,71)	-	2,40 (3,99)	0,50 (1,41)	x	0,20 (0,72)	2,43 (3,25)	3,93 (5,49)
<i>Trifolium repens</i>	valkoapila	4,50 (4,73)	x	0,41 (1,02)	1,12 (2,47)	13,15 (13,09)	0,37 (0,44)	x	1,33 (2,18)	3,06 (5,01)	2,93 (2,49)
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	peltosaunio	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	merisaunio	0,08 (0,20)	-	-	-	-	0,18 (0,37)	-	0,25 (0,72)	-	-
<i>Urtica dioica</i>	nokkonen	x	0,37 (0,69)	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Valeriana sambucifolia</i> ssp. <i>salina</i>	merivirmajuuri	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<i>Veronica arvensis</i>	ketotädyke	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-
<i>Veronica chamaedrys</i>	nurmitädyke	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Veronica verna</i>	kevättädyke	-	-	-	-	-	-	-	0,04 (0,14)	-	-
<i>Vicia cracca</i>	hiirenvirna	-	1,5 (1,41)	0,83 (0,68)	-	0,40 (0,45)	0,62 (1,09)	0,68 (1,43)	0,16 (0,44)	0,12 (0,35)	x
<i>Vicia tetrasperma</i>	mäkivirvilä	-	-	3,25 (2,29)	-	0,05 (0,15)	-	-	0,20 (0,39)	x	0,06 (0,17)
<i>Viola arvensis</i>	pelto-orvokki	x	x	x	x	x	0,62 (1,06)	x	0,25 (0,39)	0,31 (0,45)	0,37 (0,69)

		Keto 1 (6)	Keto 2 (8)	Keto 3 (6)	Keto 4 (8)	Keto 5 (10)	Keto 6 (8)	Keto 7 (8)	Keto 8 (12)	Keto 9 (8)	Keto 10 (8)
<i>Viola canina</i>	aho-orvokki	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-
<i>Viola tricolor</i>	keto-orvokki	-	x	x	x	-	0,25 (0,53)	-	-	-	0,25 (0,53)
Lajeja yhteensä		53	60	52	40	45	59	52	57	45	50