

VIHERRAIDEKOE

Paahde-, niitty- ja nurmilajien soveltuvuus raidealueiden monimuotoisuuden lisäämiseen



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, Rakennettu ympäristö

Syksy 2019

Päivi Kokkola

Rakennettu ympäristö
Lepaa

| | | |
|---------------------|--|-------------------|
| Tekijä | Päivi Kokkola | Vuosi 2019 |
| Työn nimi | Viherraidekoe. Paahde-, niitty- ja nurmilajien soveltuvuus raidealueiden monimuotoisuuden lisäämiseen. | |
| Työn ohjaaja | Kirsi Mäkinen | |

TIIVISTELMÄ

Viherraide on kasvillisuuspinntainen raitiotiekaista, jonka käytöllä tavoitellaan ekologisia, taloudellisia ja kaupunkikuvallisia hyötyjä. Viherraiteita on käytetty Euroopassa jo pitkään, mutta Suomessa on käytössä vain nurmikivipäällysteisiä raiteita. Pääkaupunkiseudulle rakennetaan uutta 25 km pitkää Raide-Jokeria, ja sen suunnitteluvalintojen tueksi toteutettiin tämän opinnäytetyön kuvaama viherraidekoe.

Viherraidekokeen tavoitteena oli selvittää, miten nurmi-, paahde- ja niittylajit soveltuvat viherraiteiden kuivaan ja monin paikoin paahteiseen ympäristöön. Lisäksi tavoitteena oli saada tietoa kasvualustan multavuuden ja kierrätysmateriaalien käytön vaikutuksesta koelajien ja rikkakasvien kasvuun. Koe toteutettiin ensimmäisen kasvukauden seurantaan kahdella koealueella Helsingissä ja Vantaalla, koealoja oli yhteensä 21. Tuloksina esitetään koealakohtainen eli siemenseoskasvualustayhdistelmän peittävyys sekä koelajien ensimmäisen kasvukauden menestys.

Nurmen osalta kokeessa saatiin hyvä peittävyys kesän lopussa kaikilla siemenseoksilla, ja kasvualustana parhaiten toimi eniten tavallista yleismultaa sisältänyt seos. Nurmiraide ei kuitenkaan tuo kaupunkiluonnon monimuotoisuuteen juurikaan lisäarvoa, toisin kuin paahdeseos-viherraide, joka voi tarjota arvokkaita elinympäristöjä harvinaistuville lajeille. Paahdelajeista kokeen perusteella viherraidekäyttöön suositeltavia lajeja ovat matalista lajeista kangasajuruoho ja ketoneilikka, ja korkeista lajeista nurmikohokki, päivänkakkara, nuokkukohokki, kannusruoho, ahdekaunokki ja puna-apila.

Avainsanat viherraide, nurmiraide, katu ympäristö, paahdelajit, kasvualustat

Sivut 34 sivua

Landscape Design and Construction

Lepaa

| | | |
|-------------------|--|------------------|
| Author | Päivi Kokkola | Year 2019 |
| Subject | Green track experiment. Suitability of meadow and grass species for increasing diversity in track areas. | |
| Supervisor | Kirsi Mäkinen | |

ABSTRACT

A green track is a vegetation-covered tramway that seeks ecological, economic and urban landscape benefits. Green tracks have been used in Europe for a long time, but in Finland only turfstone-paved tracks have been used. A new 25-kilometer tram route Raide-Jokeri is being built in Helsinki area, and the green track experiment described in this thesis was implemented to support its design choices.

The purpose of the green track experiment was to find out which grass and meadow species are suitable for the dry and hot conditions of tram tracks. In addition, the experiment aimed to gain insight how soil composition and the use of recycled materials affect the growth of test species and weeds. The experiment was carried out as a follow-up of the first growing season in two experimental sites in Helsinki and Vantaa, with a total of 21 test plots. The results show the green coverage of each test plot (seed mixture – soil combination) and the success of the test species for the first growing season.

For grass, the test results showed good coverage at the end of the summer with all seed mixtures, and the best soil composition was the one that included most ordinary soil. However, a grass track does not add much to the diversity of the urban environment, unlike a meadow green track, which can offer valuable habitats for rare species. Of the meadow species, based on the experiment recommended for green track usage are low growing *Thymus serpyllum* and *Dianthus deltoides*, and taller growing *Silene vulgaris*, *Leucanthemum vulgare*, *Silene nutans*, *Linaria vulgaris*, *Centaurea jacea* and *Trifolium repens*.

Keywords Green track, grass track, street environment, dry meadow species, soil composition

Pages 34 pages

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 1 |
| 2 | VIHERRAITEIDEN TAVOITE JA ESIMERKKEJÄ KÄYTÖSTÄ | 2 |
| 2.1 | Viherraide tavoitteena: mitä ja miksi..... | 2 |
| 2.1.1 | Ekologiset hyödyt | 4 |
| 2.1.2 | Monimuotoisuuden lisääminen | 5 |
| 2.1.3 | Kaupunkikuvalliset hyödyt..... | 6 |
| 2.2 | Viherraiteet maailmalla..... | 7 |
| 2.2.1 | Suosituksset viherraiteiden kasvivalintoihin..... | 8 |
| 2.3 | Viherraiteet Suomessa | 9 |
| 2.3.1 | Helsinki - nurmikiviä | 9 |
| 2.3.2 | Tampere - nurmirataa | 9 |
| 2.3.3 | Raide-Jokeri – nurmirataa sekä kukkivaa paahdekasvillisuutta? | 10 |
| 2.4 | Muita koetutkimuksia ketojen perustamisesta Suomessa | 10 |
| 3 | PAAHDE-, NIITTY- JA NURMISEOSTEN JA KIERRÄTYSKASVUALUSTOJEN KOEILUTUTKIMUS..... | 12 |
| 3.1 | Koealueet ja tutkimusmenetelmä..... | 12 |
| 3.1.1 | Länsisalmen koealue..... | 12 |
| 3.1.2 | Paciuksenkadun koealue | 13 |
| 3.2 | Kasvualustat | 14 |
| 3.3 | Siemenseokset | 15 |
| 4 | TULOKSET | 17 |
| 4.1 | Nurmi..... | 17 |
| 4.2 | Matala paahde | 19 |
| 4.3 | Korkea paahde ja niitty | 24 |
| 4.4 | Koetulosten tarkastelu | 27 |
| 5 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 28 |
| 5.1 | Kasvillisuustyyppin valinta..... | 28 |
| 5.2 | Suosituksset viherraiteiden suunnitteluperiaatteisiin..... | 29 |
| 5.2.1 | Viherraiteen tyyppin valinta | 29 |
| 5.2.2 | Kasvialustan valinta | 29 |
| 5.2.3 | Nurmiraiteen siemenseos | 31 |
| 5.2.4 | Paahdeseos-viherraiteen siemenseos..... | 32 |
| 5.3 | Pohdinta | 33 |
| | LÄHTEET | 34 |

1 JOHDANTO

Kaupungeissa rakennettu pinta-ala valtaa jatkuvasti lisää osuutta viher- ja luontoalueilta ja aiheuttaa luonnon monimuotoisuuden hupenemista. Vihreän lisääminen perinteisesti kovilla materiaaleilla rakennetuille pinnoille on merkittävää sekä ekologisten arvojen että viihtyisän kaupunkiympäristön kannalta. Kaikki alueet, joille viherpinta-alaa on mahdollista lisätä, on syytä ottaa käyttöön. Yksi tällainen alue ovat raitiotiekaistat.

Viherraitteella tarkoitetaan raitiotiekaistaa, jossa on joko nurmi- tai muu kasvillisuuspinna. Viherraitteen kasvillisuuspinna luo lisää kaupunkivihreää sekä sitoo katupölyä, pidättää ja suodattaa hulevesiä sekä liikenteen päästöjä ja vähentää tärinää ja melua. Kasvivalinnoista riippuen se voi myös tukea kaupunkiluonnon monimuotoisuutta.

Raideympäristö on kasvupaikkana haastava, sen olosuhteet ovat äärevät eli vaihtelevat voimakkaasti esimerkiksi hyvin kuumasta hyvin kylmään. Kasvialusta on raiderakenteiden takia melko ohut ja ympäristö on kuiva, niukkaravintainen ja monin paikoin paahtavan kuuma. Viherraitteen kasvilajiston tulee kestää näitä olosuhteita ja olla mahdollisimman peittävä. Lisäksi kasvuston täytyy tulla toimeen hyvin vähäisillä hoitotoimenpiteillä. Kiskovälissä sen on myös pysyttävä yliajavienvälikaistojen takia matalana tai se on leikattava.

Pääkaupunkiseudulle rakennettava pikaraitiolinja Raide-Jokeri on 25 km pitkä raideyhteys, josta halutaan tehdä kestävä kehitystä tukeva osa kaupunkivihreyttä. Tässä tutkimuksessa kokeillaan ja arvioidaan erilaisia siemensiekoja sekä kasvialustasekoja Raide-Jokerin suunnittelua varten. Tampereella on toteutettu vastaava viherraitteiden kokeilu vuonna 2018, mutta pelkästään nurmiraitteilla ja keskittyen kantaviin kasvialustoihin. Helsingissä halutaan kokeilla nurmilajien lisäksi biodiversiteettiä lisäävää kukkivaa paahtekasvillisuutta. Osalla raidejaksoista paahtekasvillisuus voisi tarjota monimuotoisen elinympäristön harvinaistuville hyönteis- ja perhoslajeille. Rakentamiskustannukset eri viherraitteityypeillä ovat suunnilleen samat, mutta paahtekasvillisuuden etuna on nurmea edullisempi ylläpito, koska sitä ei tarvitse leikata. Kuivuutta sietävänä se pysyy nurmea paremmin vihreänä myös pitkinä poutakausina.

Tutkimus toteutetaan kahdella eri koalueella, joista toinen on käytössä oleva raideliikennealue. Tutkimuksessa kokeillaan myös erilaisia kasvialustasekoja, jotka sisältävät kierrätysmateriaaleja, ja tavoitteena on selvittää näiden käyttökelpoisuutta ja vaikutuksia kasvuun. Kestävä kehitys on rakennushankkeissa tärkeässä roolissa ja kiertotalouden lisäämistä varten tarvitaan lisää tietoa toimivista ratkaisuista, kuten kierrätysmateriaalien hyödyntämisestä kasvialustoissa.

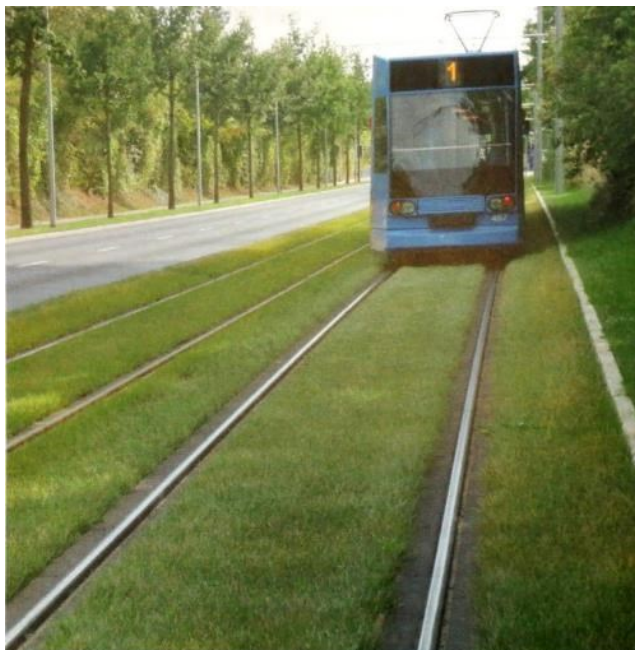
Tutkimuskysymykset:

- Mitkä lajisekoitukset ovat käyttökelpoisimpia viherraiteilla?
 - o Toivottuja ominaisuuksia ovat peittävyys, esteettisyys, selviäminen vähällä hoidolla sekä kaupunkiluonnon monimuotoisuuden tukeminen. Miten eri tyyppiset seokset eli paahde-, niitty- ja nurmiseokset toimivat verrattuna toisiinsa ja mitkä lajit ovat suositeltavia?
- Miten kasvualustassa käytetyt kierrätysmateriaalit sekä muiden ainesten osuus vaikuttavat toivottujen lajien ja rikkakasvien kasvuun?
 - o Tutkimusalueiden kasvualustaseoksissa kokeillaan kierrätysmateriaaleina betonilietettä, betonimursketta ja kalkkikivimursketta. Näiden lisäksi kasvualustojen eloperäisen aineksen osuus vaihtelee hyvin karusta sorapitoisesta hyvin multavaan. Miten kasvualusta vaikuttaa toivotun kasvillisuuden peittävyyteen sekä rikkakasvien esiintymiseen, ja mitä voidaan suositella jatkokäyttöön viherraiteilla?

2 VIHERRAITEIDEN TAVOITE JA ESIMERKKEJÄ KÄYTÖSTÄ

2.1 Viherraide tavoitteena: mitä ja miksi

Viherraide tarkoittaa kasvillisuuspinnaista raidealuetta sekä kiskojen välissä että niiden vieressä. Yleisimmin viherraiteet ovat nurmipintaisia ja tällöin niitä kutsutaan myös nurmiraiteeksi tai nurmiradaksi. Nurmen lisäksi viherraiteilla voi olla muuta matalaa ja kestävää kasvillisuutta, yleisimmin maksaruohoja. Vuonna 2017 Saksan viherraiteista 90 % oli nurmipintaisia ja 10 % maksaruohopintaisia (Grüngleisnetzwerk, 2018).



Kuva 1. Nurmiraide Kasselissa Saksassa (Kappis & Schreiter, 2016, s. 36).



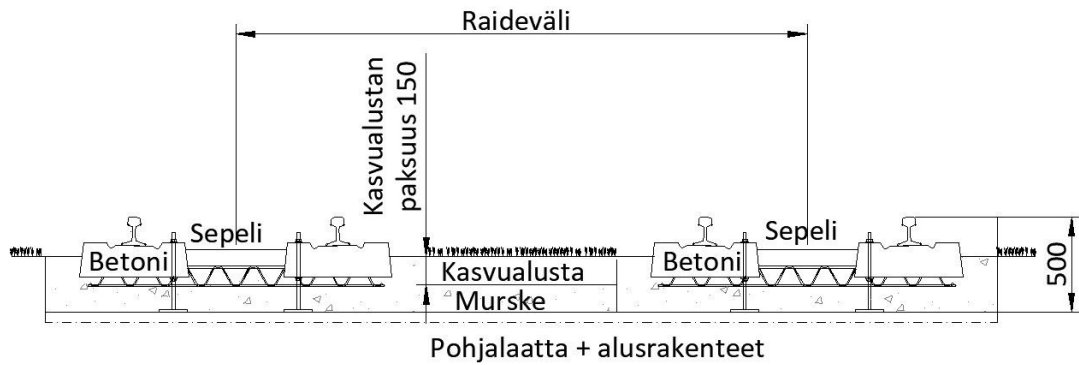
Kuva 2. Maksaruohopintainen viherraide Berliinissä (Kappis & Schreiter, 2016, s. 176).

Tässä opinnäytetyössä viherraiteet jaetaan kasvillisuustyyppin mukaan kahteen vaihtoehtoon: nurmiraide ja paahdeseos-viherraide. Jako noudattaa toteutetun viherraidekokeen tutkimusasetelmaa. Paahdeseos-viherraiteella tarkoitetaan paahdeympäristön kasveilla toteutettua viherraidetta, jossa on Suomen luonnossakin esiintyviä kukkivia keto- tai niittykasveja, kuten ketoneilikkaa, kangasajuruohoa ja nurmikohokkia.

Viherraiteiden kasvilliset olosuhteet ovat vaativat, sillä ratarakenteiden takia kasvialustalla ei ole yhteyttä pohjamaahan. Kasvillisuustyyppin lisäksi lopputulokseen vaikuttaa ratarakenne, joka voi olla joko suljettu viherraide (kuva 3, kiskorakenteet upotettu maan pinnan alle) tai avoin viherraide (kuva 4, kiskot maan pinnalla). Molemmissa vaihtoehdoissa kasvialustatilaa jää hyvin vähän ja se on osittain betonilaatan päällä. Suljetussa viherraiteessa kasvillisuutta saadaan raidevälin lisäksi pienempään kiskoväliin, kun taas avoimessa viherraiteessa kiskoväliin ei saada kasvillisuutta liian ohuen kasvialustatilan takia.



Kuva 3. Esimerkki suljetun nurmiraiteen poikkileikkauksesta (muokattu Raide-Jokeri, 2019)



Kuva 4. Esimerkki avoimen nurmiraiteen poikkileikkauksesta (muokattu Raide-Jokeri, 2019)

Viherraitteiden käytöllä tavoitellaan ekologisia, taloudellisia ja kaupunkikuvallisia hyötyjä, joita voidaan kuvata myös ekosysteemipalveluilla (taulukko 1). Taloudelliset hyödyt syntyvät välillisesti ekologisten hyötyjen kautta, mistä hyvä esimerkki on hulevesien sitominen. Huleveden määrän vähentäminen vaikuttaa tarvittavien hulevesijärjestelmien laajuuteen.

Taulukko 1. Viherraitteen tarjoamat ekosysteemipalvelut (muokattu Niemelä ym., 2010, s. 208-209 pohjalta).

| Palvelu | Nurmiraide | Paahdeseosviherraide |
|-------------------------------|------------|----------------------|
| Mikroilmaston säätely | | |
| Hiilen sitominen | | |
| Habitaattien tarjonta | | |
| Ilmansaasteiden puhdistaminen | | |
| Melun vähentäminen | | |
| Hulevesien sitominen | | |
| Ravintoa pölyttäjille | | |
| Kaupunkilaisten virkistys | | |

2.1.1 Ekologiset hyödyt

Ekologiset hyödyt ovat merkittäviä tiivistyvissä kaupungeissa, joissa rakennettu pinta-ala on suuri. Niihin kuuluu hulevesien väheneminen, kaupunkien lämpösaareke-ilmaston maltillistaminen, päästöjen sitominen, melun vähentäminen ja monimuotoisuuden lisääminen. (Kappis & Schreiter, 2016, s. 14-15)

Viherraitteiden kasvillisuus pidättää sadevettä ja palauttaa sitä ilmanalaan kokonaishaidunnun kautta viilentäen näin ympäristöään ja lisäten ilmastokosteutta. Viherraitteiden hulevesiä vähentävä vaikutus on nurmipintaisilla raiteilla keskimäärin 70 % ja maksaruohopintaisilla raiteilla 50 %. Oldenburgin yliopiston laskelman mukaan keskimääräisellä 790 l/m²/vuosi sademäärällä viherraide pidättää noin 400-500 litraa hulevettä neliötä kohden vuodessa. (Kappis & Schreiter, 2016, s. 18)

Kaupunkien suuri läpäisemättömien ja kovien pintojen määrä aiheuttaa kaupunkeihin ympäristöään korkeamman lämpötilan eli lämpösaarekeilmiön, jota voidaan maltillistaa lisäämällä kasvillisuutta. Kasvillisuus vähentää kuumuutta ja parantaa mikroilmastoa. Kasvillisuus sitoo myös päästöjä ja toimii hiilinieluna. (Kappis & Schreiter, 2016, s. 14-15)

Raitiotieliikenteestä aiheutuu väistämättä jonkin verran melua ja lähellä on yleensä asuinalueita. Pienikin melutason väheneminen lisää viihtyvyyttä asunnoissa sekä katutasossa. Melun määrään voidaan vaikuttaa muun muassa kasvillisuuden käytöllä. Kasvillisuuspinna vähentää raideliikenteen melua keskimäärin 3 dB verrattuna sepelipintaiseen raiteeseen (Kappis & Schreiter, 2016, s. 15). Suljettu nurmirata, jossa on enemmän viherpintaa ja rakenteet ovat upotettuna maantason alle, vaimentaa melua paremmin kuin avoin nurmirata.

2.1.2 Monimuotoisuuden lisääminen

Edellä käsitellyt ekologiset hyödyt saadaan kutakuinkin yhtä hyvin mistä tahansa viherraidetoteutuksesta. Kaupunkiympäristön monimuotoisuuden tukemista tavoitellessa sen sijaan on merkittävää, millainen viherraidetoteutus on. Nurmiraide on elinympäristönä varsin köyhä ja yksipuolinen. Nurmilajeja ja leikattua nurmipintaa on tyypillisesti kaupungeissa käytetty muutenkin laajasti, joten nurmiraide ei tuo juurikaan hyötyä kaupunkiluonnon monimuotoisuuden kannalta.

Monilajiset paahde- ja niittykasvustot tarjoavat arvokkaan elinympäristön lukuisille eliölajeille. Monet hyönteislajit ovat riippuvaisia tietystä ravintokasvista ja kasvin taantuminen sopivien kasvupaikkojen puutteesta tekee näistä lajeista uhanalaisia. Luonnolliset paahdeympäristöt ovat viime vuosikymmeninä vähentyneet mm. harjujen ja muiden paahteisten luontotyyppien umpeenkasvun takia (Kittamaa ym., 2009, s. 7). Luonnon monimuotoisuutta uhkaa voimakkaasti myös maaseudun maisemarakenteen kehitys, jossa varsinaisen viljelykäytön ulkopuolella olevat avoimet tai puoliavoimet alueet vähenevät (Tanninen, Heikkinen & von Weissenberg, 2017, s. 19).

Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestäväen käytön strategia vuosille 2012-2020 asetti tavoitteeksi, että vuoteen 2020 mennessä Suomen luonnon monimuotoisuuden köyhtyminen on pysäytetty. Sen toteutumisen väliarvio vuodelta 2016 (Tanninen ym., 2017, s. 9, 13) kuitenkin kertoo, ettei merkittävää edistystä ole saavutettu. Uhanalaisten lajien määrä lisääntyy hitaasti pitkää kehityskulkua jatkaen. Elinympäristöjen määrän ja laadun kehityksessä tarvittaisiin selvä muutos, jotta lajien kannat alkaisivat elpyä. Tässä merkittävässä roolissa ovat korvaavat elinympäristöt (esim. tien pientareet, rautatiealueet) ja uuelinympäristöt (esim. viherkatot). Paahdekasvit vaativat avoimen kasvupaikan eivätkä ne siedä isompien kasvien luomaa varjostusta.

Viherraitteet voivat tarjota juuri tällaisia avoimia kasvupaikkoja. Kaupunkien taajamissa pienetkin luontoalueet voivat olla merkittäviä lajistolle sekä ihmisille virkistäytymiseen, ja vielä kokoaan merkittävämpiä ekologisten yhteyksien osana (Niemelä ym., 2010, s. 214-215).

2.1.3 Kaupunkikuvalliset hyödyt

Raitiotieverkosto muodostaa kaupungeissa pinta-alaltaan merkittävän alueen, jonka ulkonäöllinen vaikutus kaupunkikuvaan on myös huomattava. Viherraide on visuaalisesti aivan eri näköinen kuin kovapintainen raide. Viherraide lisää tutkitusti viihtyisyyttä ja sillä voidaan parantaa myös kaupungin imagoa sekä asuinalueiden arvostusta (Kappis & Schreiter, 2016, s. 14).

Nurmi- ja paahdelajien käyttö viherraitteessa luo hyvin erilaista kaupunkikuvaa. Nurmen etuna voi pitää sen vihreyttä varhaisesta keväästä myöhäiseen syksyyn. Paahdelajit aloittavat kasvun myöhemmin keväällä ja ränsistyvät aikaisemmin syksyllä. Kuitenkin kukinta-aikaan ne korvaavat tämän värikkyydellään, joka todella kiinnittää huomion ja tuo elämyksiä ohikulkijoille.



Kuva 5. Kaupunkikuvaa elävöittävää viherraidetta niittykukilla (Nürnberger Nachrichten, 2019)

2.2 Viherraiteet maailmalla

Viherraiteita alettiin rakentaa 1900-luvun alussa Berliinissä erityisesti keskustan alueella. Vuonna 1916 Berliinissä oli noin 37,5 km nurmipintaisia raiteita. 1930-luvun jälkeen viherraiteiden käyttö hiipui, kunnes taas nousi uudelleen esiin 1980-luvulla kasvaneen ympäristötietoisuuden myötä. (Kappis & Schreiter, 2016, s. 13-14.)

Viherraiteita on rakennettu laajasti erityisesti Euroopassa. Vuonna 2009 Saksassa oli 425 km viherraiteita ja vuonna 2017 577 km (Kappis & Schreiter, 2016, s. 14). Saksan lisäksi viherraiteita on useassa kaupungissa Ranskassa sekä mm. Itävallassa, Sveitsissä ja Espanjassa (Grüngleisnetzwerk, 2018).



Kuva 6. Monilajinen viherraide Karlsruhessa Saksassa (Kappis & Schreiter, 2016, s. 173).

Ruotsissa Lundin kaupungissa vuonna 2020 käyttöön otettava 5,5 km pitkä raitiotie rakennetaan kokonaan nurmipintaiseksi yhtä katuosuutta sekä pysäkkialueita lukuun ottamatta. Lundissa nurmiraiteet toteutetaan siirtonurmikolla, jota rullataan alueelle yhteensä 40 000 m². Lisäksi raiteiden viereisiä rinteitä nurmetetaan ruiskukylvämällä ja yhdelle alueelle kylvetään 2000 m² niittykasvillisuutta. Myös Norrköpingissä ja Göteborgissa on lyhyitä nurmiraideosuuksia, mutta Lundin viherraidekokonaisuus on Ruotsin laajin tähän mennessä. (Lundin kunta, 2018)



Kuva 7. Siirtonurmikolla toteutettu nurmiraide Ruotsin Lundissa (Lundin kunta, 2019).

2.2.1 Suositukset viherraitteiden kasvivalintoihin

Vaikka viherraitteissa on käytetty enimmäkseen nurmi- ja maksaruoholajeja, myös muita monilajisia yhdistelmiä on kokeiltu Euroopan raitioteillä. Näiden kokemusten perusteella Kappis & Schreiter (2016) luettelevat hyvältä lajilta vaadittavia ominaisuuksia. Viherraitteissa menestyäkseen lajin tulee olla:

- monivuotinen eli perenna
- leikkausta sietävä
- itseään ylläpitävä (esim. siemenistä uusiutuva)
- stressiä sietävä (esim. kuivuus)
- matalahko, mielellään 5-20 cm korkea.

Taulukossa 2 on esitelty Eurooppaan suositeltuja lajeja, joista mukaan on otettu vain Suomessakin luonnonkasveina esiintyvät lajit. Taulukossa mainitaan myös mitkä lajeista ovat mukana tämän tutkimuksen koeosuudessa.

Taulukko 2. Viherraitteisiin sopivia kasvilajeja (Kappis & Schreiter, 2016).

| Tieteellinen nimi | Suomalainen nimi | Koelaji |
|-----------------------------|------------------|---------|
| <i>Achillea millefolium</i> | siiankärsämö | |
| <i>Allium schoenoprasum</i> | ruoholaukka | |
| <i>Anthemis tinctorial</i> | keltasauramo | |
| <i>Centaurea jacea</i> | ahdekaunokki | x |
| <i>Centaurea scabiosa</i> | ketokaunokki | x |
| <i>Dianthus deltoides</i> | ketoneilikka | x |
| <i>Hieracium pilosella</i> | huopakeltano | x |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> | päivänkakkara | x |
| <i>Linaria vulgaris</i> | kannusruoho | x |
| <i>Origanum vulgare</i> | mäkimeirami | |
| <i>Pimpinella saxifrage</i> | pukinjuuri | |
| <i>Silene vulgaris</i> | nurmikohokki | x |
| <i>Thymus serpyllum</i> | kangasajuruoho | x |
| <i>Trifolium repens</i> | valkoapila | |

2.3 Viherraitteet Suomessa

2.3.1 Helsinki - nurmikiviä

Suomessa raitiotieliikennettä on käytössä vuoden 2019 tilanteessa vain Helsingissä ja se keskittyy kaupungin keskusta-alueelle. Helsingissä raitiotiet ovat pääosin päällystetty kovilla pinnoitteilla (asfaltti, kiveykset), ja viherraitteita löytyy vain nurmikivipäällysteisenä. Keskusta-alueen raitiotiekaistat täytyy toteuttaa kantavina, koska niitä käytetään myös hälytysajoneuvoliikenteelle.

2.3.2 Tampere - nurmirataa

Tampereelle rakennetaan parhaillaan raitiotietä, jonka ensimmäinen osa tulee käyttöön vuonna 2021. Tämän osan 1 pituus on 15 km ja siihen sisältyy noin 2,2 kilometriä nurmirataa. Tampereella nurmiradalla on haluttu luoda uutta vihreämpää kaupunkikuvaa erityisesti sisäänajoväylien yhteyteen. Nurmirataa käytetään niillä osan 1 alueilla, joihin on mahdollista rakentaa omalla kaistalla kulkeva, leveä ja puustomainen raitiotieväylä. (Sipilä, 2018a, s. 30-31).

Koska ilmasto-oloiltaan vastaavia referenssikohteita viherraitteista ei löydy, Tampereella tehtiin nurmiraitteiden kasvatuskoe toteutusvalintojen tueksi. Kokeessa tutkittiin kahta erilaista nurmiseosta sekä kuutta erilaista kasvualustaa. Kokeen tuloksena Tampereella päätettiin toteuttaa nurmirata tavallisella viherrakentamisen kasvualustalla ja siemenseoksella, jossa on puolet puisto- ja punanataa ja puolet kahta eri

niittynurmikkalajiketta. Toinen tutkittu seos sisälsi 80 % puisto- ja punanataa ja 20 % niittynurmikkaa, ja tälläkin seoksella tulokset olivat lähes yhtä hyviä. Tavallisen viherrakentamisen kasvualustan lisäksi kokeessa saatiin hyviä tuloksia mikrokantavista kasvualustoista, mutta tuloksissa oli niin vähän eroa, että tavallinen viherrakentamisen kasvualusta valittiin kokonaistaloudellisuuden vuoksi. (Tampereen kaupunki, 2019; Sipilä, 2018a, s. 66, 71; Sipilä, 2018b)



Kuva 8. Nurmirataa Tampereella (Tampereen kaupunki, 2019)

2.3.3 Raide-Jokeri – nurmirataa sekä kukkivaa paahdekasvillisuutta?

Helsingin Itäkeskuksen ja Espoon Keilaniemen välille rakennetaan 25 km pituinen pikaraitiolinja eli Raide-Jokeri. Rakentaminen on aloitettu vuonna 2019, ja liikennöinnin on tarkoitus alkaa 2024. Raide-Jokerin varrelle on suunniteltu alustavasti noin 10 km viherraidetta. Nurmiradan lisäksi suunnitteilla on kukkivaa paahdekasvillisuutta, lähinnä raitiotien luiskiin luonnonmukaisilla alueilla. Sen käytöstä on kuitenkin hyvin vähän kokemusta ratarakenteiden luomissa haastavissa olosuhteissa, ja tätä varten Raide-Jokeri päätti toteuttaa viherraidetekoita eri lajien ja kasvualustojen testaamiseksi käytännössä ennen suunnittelupäätösten tekoa. Viherraidetekoita on tämän opinnäytetyön tutkimuksellinen osa, ja työn lopussa esitetään johtopäätökset Raide-Jokerin suunnittelun tueksi.

2.4 Muita koetutkimuksia ketojen perustamisesta Suomessa

Viherraideteiden kasvualusta on ohut ja kasvupaikka usein paahteinen. Luonnossa vastaavat alueet ovat kuivia ketoja, ja saman tyyppistä ympäristöä on myös avoimilla tienvarsilla, etenkin kuivissa luiskissa. Vertailutietoa voidaan siis tutkia näistä kohteista.

Tielaitos toteutti vuosina 1993-1998 laajamuotoisen niitty- ja ketokasvikokeen Oulussa 1,3 hehtaarin alalla. 50-100 m² kokoisia koeruutuja oli yhteensä 137 ja niiden kasvua seurattiin viiden kasvukauden ajan. Kokeessa haluttiin löytää tieluiskaan sopiva kukkiva lajikoostumus ja selvittää menestymiseen tarvittava siemenmäärä sekä pohjaheinän suhde kukkiviin lajeihin. (Mahosenaho & Pirinen, 1999, s. 3)

Tielaitoksen Oulun kokeessa peittävyysprosentit olivat ensimmäisenä kasvukautena 15-50 %, myöhemminä kasvukausina 60-100 %. Kokeessa havaittiin, että tiheä natavaltainen pohjaheinä (400-500 g/a) pitää kasvuston luonnostaan matalana ja estää rikkakasvien leviämistä, mutta samalla haittaa myös toivottujen lajien menestymistä. Pohjaheinän kylvömääräksi päädyttiin suosittelemaan 250 g/a, jonka koostumus voisi olla esim. 60 g lampaannataa, 160 g rönsyilevää punanataa ja 30 g nurmirölliä. Tällä kylvömäärällä saadaan jyrkähkään luiskaan sitova kasvipeite tukahduttamatta kukkivia kasveja. Tasamaalla riittää pienempikin siemenmäärä. (Mahosenaho & Pirinen, 1999, s. 3, 56)

Kokeessa yleisin käytetty kukkien siementen määrä oli n. 100 g/a, ja sitä myös päädyttiin suosittelemaan kylvettäessä pohjaheinän joukkoon. Jos kukkien siemeniä käytetään vähemmän, sille suositeltiin laikkukylvöä. Käyttökelpoisimmiksi lajeiksi tieluiskiin osoittautuivat päivänkakkara, siankärsämö, nuokkukohokki, nurmikohokki, mäkitervakko, pulskaneilikka, ketoneilikka, ahosuolaheinä, keltamaite, kultapiisku, pietaryrtti ja syysmaitiainen. (Mahosenaho & Pirinen, 1999, s. 3, 56)

Huomionarvoista on myös, että hoitotarve Oulun kokeessa oli hyvin pieni. Suurinta osaa koealueesta ei tarvinnut niittää viiden seurantavuoden aikana kertaakaan. Rikkakasveja (mm. jauhosavikka, maitohorsma, peltokorte, juolavehna, pujo) ja koivuntaimia esiintyi niillä alueilla, joilla ei ollut natakasvustoa ensimmäisinä kasvukausina suojaamassa, ja nämä alueet niitettiin rikkakasvien siementämisen estämiseksi. Viiden vuoden jälkeen hoitotarpeeksi arvioidaan niitto 3-5 vuoden välein ja se suositellaan tehtäväksi myöhään suurimman osan kasveista siennettyä, esimerkiksi syyskuun lopulla. (Mahosenaho & Pirinen, 1999, s. 52-53)

Espossa Tielaitos toteutti vuonna 1996 Kehä III:n eritasoliittymään koealueen, jossa oli mukana 20 kukkivaa lajia sekä pohjaheinänä lampaannata ja rönsyrölli. Kahden kasvukauden seurannan jälkeen päivänkakkara, puna-ailakki ja nuokkukohokki olivat menestyneet parhaiten. Kellokasvit itivät huonosti ja myös pohjaheinät kehittyivät hitaasti. Kasvualusta oli hyvin karu ja humukseton. Koealasta toinen puoli lannoitettiin ja kasvu oli tällä puolella huomattavasti parempi. Johtopäätöksenä todettiin, että karkeilla ja ravinneköyhillä mailla tarvitaan lisäravinteita ainakin kasvien alkukehityksen varmistamiseksi. Kokeessa käytetty kylvömäärä 100 itävää siementä /m² todettiin liian vähäiseksi. (Mahosenaho & Pirinen, 1999, s. 58-59)

3 PAAHDE-, NIITTY- JA NURMISEOSTEN JA KIERRÄTYSKASVUALUSTOJEN KOKEILUTUTKIMUS

3.1 Koealueet ja tutkimusmenetelmä

Tutkimusta varten perustettiin kaksi koealuetta, joihin levitettiin koekasvualustat ja kylvettiin siemenet loppusyksyllä 2018. Tämä opinnäytetyö kattaa koealueiden seurannan ensimmäisen kasvukauden ajan eli kesän 2019. Koealueet jäävät paikalleen vielä tämän jälkeenkin, ja niiden kehitystä on tarkoitus seurata ainakin seuraavalla kasvukaudella.

Kasvukauden aikana koealueet havainnoitiin noin kuukauden välein kesä-, heinä- ja syyskuussa. Havaintoihin kirjattiin jokaiselta koealalta löytyneet toivotut lajit, rikkakasvien määrä ja yleisimmät lajit, silmämääräisesti arvioitu peittävyys koko alalla sekä 1 m x 1 m kehikolla rajatussa esimerkkiruudussa, sekä kasvuston korkeimmat yksilöt. Lisäksi arvioitiin koealan yleistila ja vihreys.

3.1.1 Länsisalmen koealue

Länsisalmen koealue sijaitsee Vantaalla Rudus Oy:n betoni- ja tiilijätteen kierrätysalueella. Alueelle tehtiin seitsemän 6 m x 6 m koealaa, joista kolmelle on kylvetty matala paahdeseos, kolmelle korkea paahdeseos ja yhdelle rehevä niittyseos. Koealat sijaitsevat alueella kahdessa osassa ja ne on merkitty reunakepein, mutta ei eristetty toisistaan. Tutkittavana on myös betonimursketta ja -lietettä kierrätyskasvualustana.



Kuva 9. Länsisalmen koealue Vantaalla ja koealojen sijainti alueella. (Ilmakuva Antti Inkeröinen 2019)

3.1.2 Paciuksenkadun koealue

Paciuksenkadun koealue sijaitsee Helsingissä Munkkiniemen sillan ja Huopalahdentien välillä raitiolinja 4:n aktiivisesti liikennöimällä reitillä. Koealue kattaa katualueen keskellä olevan raitiotiekaistan reunasta reunaan 140 metrin matkalla. Alueelle tehtiin 14 koealaa, joista neljälle kylvettiin matala paahdeseos (alat A1-C), seitsemälle nurmiseos ja kolmelle nurmiseos, jossa on kukkia joukossa (alat D1-L). Kukaan koeala on 10 m pitkä ja 7,5 m leveä, ja koealan vaihtumiskohta on merkitty reunakiveen spraymaalilla. Kasvualustoissa kokeilussa on mukana kalkkikivimursketta sekä biohiiltä ja lecasoraa.



Kuva 10. Paciuksenkadun koealue Helsingissä ja koealojen sijainnit alueella. (Ilmakuva Antti Inkeröinen 2019)

3.2 Kasvualustat

Kasvualustoihin sekoitettiin vaihtelevissa suhteissa soraa, Torpanpiha-yleismultaseosta, turvetta, biohiiltä ja leca-soraa sekä kierrätysaineksina betonimurskettä, betonilietettä ja kalkkikivimurskettä. Lisäksi kahdella koealalla oli vedenpidätysmatto. Torpanpiha-yleismulta on kalkittu ja lannoitettu hietamoreenin, tumman turpeen ja saveksen seos ja se sisältää 8 % orgaanista ainesta (Hyvinkään Tieluiska, n.d.).

Kasvualustaseokset on kooditettu alun perin sijainnin mukaan: Länsisalmessa on käytössä kasvualustat K1-K5 ja Paciuksenkadulla kasvualustat P1-P3 paahdekoealoilla ja N4-N6 nurmikoealoilla. Seuraavissa taulukoissa kasvualustat esitellään koealatyypin mukaan jaoteltuna tulosten vertailun helpottamiseksi eli esim. matalan paahteen koealojen kasvualustat molemmilta koealueilta on esitetty samassa taulukossa.

Taulukko 3. Kasvualustaseokset nurmikoealoilla (kaikki sijaitsevat Paciuksenkadulla). Kasvualustan syvyys 150 mm.

| Kasvualusta nro / ainesosat | N4 | N5 | N6 |
|-----------------------------|------|------|------|
| Biohiili | - | 5 % | - |
| Lecasora #4-10 | 30 % | 25 % | - |
| Hiekka #0-4 | 30 % | 30 % | 20 % |
| Torpanpiha-yleismulta | 40 % | 40 % | 80 % |

Taulukko 4. Kasvualustaseokset matalan paahteen koealoilla (P1-P3 Paciuksenkadulla ja K1-K3 Länsisalmessa). Kasvualustan syvyys 100 mm tai 200 mm taulukon mukaisesti.

| | P1 | P2 | P3 | K1 | K2 | K3 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Kasvualusta nro / ainesosat | | | | | | |
| Sora #0-8 | 90 % | 85 % | 80 % | 30 % | 90 % | 60 % |
| Torpanpiha-yleismultaseos | - | 5 % | 10 % | 20 % | 10 % | 40 % |
| Kalkkikivi #6-25 | | | | | | |
| Tytyrin sivukivimurske | 10 % | 10 % | 10 % | - | - | - |
| Betonimurske #16-45 | - | - | - | 50 % | - | - |
| Betonimurske #0-45 | - | - | - | - | 30 % | 30 % |
| Sora #0-8 | - | - | - | - | 60 % | 30 % |
| Torpanpiha-yleismulta | - | - | - | - | 10 % | 40 % |

Pinta 100 mm

Pohja 100 mm

Taulukko 5. Kasvualustaseokset korkean paahteen ja rehevän niityn koealoilla (kaikki sijaitsevat Länsisalmessa). Kasvualustan syvyys 200 mm.

| Kasvualusta nro / ainesosat | | K2 | K3 | K4 | K5 |
|-----------------------------|-----------------------|------|------|------|------|
| Pinta 100 mm | Sora #0-8 | 90 % | 60 % | 60 % | 60 % |
| | Torpanpiha-yleismulta | 10 % | 40 % | 40 % | - |
| | Turve | - | - | - | 40 % |
| | Betoniliete | - | - | 30 % | 30 % |
| Pohja 100 mm | Betonimurske #0-45 | 30 % | 30 % | - | - |
| | Sora #0-8 | 60 % | 30 % | 30 % | 30 % |
| | Torpanpiha-yleismulta | 10 % | 40 % | 40 % | - |
| | Turve | - | - | - | 40 % |

3.3 Siemenseokset

Siemenseokset on kooditettu koealueita perustettaessa koealueen mukaan, Paciuksenkadulla S1-S4 ja Länsisalmessa S1-S3. Koska koodit ovat päällekkäiset, siemenseosten esittelyn yhteydessä seuraavissa taulukoissa mainitaan myös koealan sijainti ja seoksen nimi.

Taulukko 6. Nurmikoealojen siemenseokset

| Siemenseos / laji | S2 Cello Sport-siemenseos Paciuksenkatu Alat D1, D, G, J | S3 Karheikko-seos Paciuksenkatu Alat E, H, K | S4 Lord-seos + niittyhumala, keltamaite Paciuksenkatu Alat F, I, L |
|-----------------------|--|--|--|
| <i>yhteensä</i> | 2kg/ 100m ² | 3kg/ 100m ² | 2-3kg/ 100m ² |
| niittynurmikka | 60 % | 15 % | 35 % |
| puistonata | 15 % | 30 % | 60 % |
| punanata | 20 % | 30 % | |
| monivuotinen raiheinä | 5 % | | |
| jäykkänata | | 25 % | |
| nurmirölli | | | 5 % |
| keltamaite | | | 20 kpl/m ² |
| niittyhumala | | | 20 kpl/m ² |

Taulukko 7. Matalien paahdekoealojen siemenseokset, kpl/m²

| Siemenseos/ laji | S1 Matala paahdeseos Paciuksenkatu Alat A, A1, B, C kpl/m ² | S1 Matala paahdeseos Länsisalmi Alat A, B, D kpl/m ² |
|---------------------|--|---|
| <i>yhteensä</i> | 80 | 125 |
| kangasajuruoho | 20 | 25 |
| keltamaite | 20 | 25 |
| keltamaksaruoho | 20 | 25 |
| ketoneilikka | 20 | 25 |
| kissankäpälä | - | 25 |

Taulukko 8. Korkeiden paahdekoealojen siemenseos, kpl/m²

| Siemenseos/ laji | S2 Korkea paahdeseos Länsisalmi Alat C, E, F kpl/ m ² |
|---------------------|---|
| <i>yhteensä</i> | 120 |
| kangasajuruoho | 20 |
| nuokkukohokki | 20 |
| nurmikohokki | 20 |
| päivänkakkara | 20 |
| kannusruoho | 20 |
| huopakeltano | 20 |

Taulukko 9. Niittykoealan siemenseos, kpl/m²

| Laji | S3 Rehevä niittyseos Länsisalmi Ala G kpl/m ² |
|-----------------|---|
| <i>yhteensä</i> | 140 |
| harakankello | 20 |
| niittyleinikki | 20 |
| rohtotädyke | 20 |
| nurmitädyke | 20 |
| ruusuruoho | 10 |
| verikurjenpolvi | 10 |
| ahdekaunokki | 10 |
| ketokaunokki | 10 |
| sikuri | 10 |
| puna-apila | 10 |

4 TULOKSET

4.1 Nurmi

Nurmiseokset lähtivät kasvuun varhain keväällä ja ensimmäisen kasvukauden lopulla syyskuussa kaikki 10 koealaa näyttivät kauempaa katsoen hyvin vihreiltä. Läheltä tarkastellen lähes kaikilla koealoilla oli kuitenkin myös vaihtelevia paljaita laikkuja ja peittävyys vaihteli välillä 50-95 %.

Heinäkuussa ruoho oli kaikilla koealoilla osittain kuivaa ruskeaa, mutta kiskon vieressä ruoho oli tällöinkin vihreää. Heinäkuu oli erittäin kuiva eikä nurmikoealoja ole kasteltu. Nurmi leikattiin muutamia kertoja kesän aikana.

Koko koealueella nurmi kasvoi parhaiten kiskovälissä. Kiskojen viereiseen alueeseen vaikutti kumipyöräisillä ajoneuvoilla tehtävä huoltoliikenne (nurmen leikkuu, urien puhdistus, pysäkkien pesu) sekä satunnainen hälytysajoneuvoilla ajo.



Kuva 11. Esimerkki nurmen tilasta kesän eri vaiheissa: sama koeala (J) kesäkuussa, heinäkuussa ja syyskuussa.



Kuva 12. Yleiskuvaa koealueesta ja huoltoliikenteen jäljistä syyskuussa (edessä koeala F)

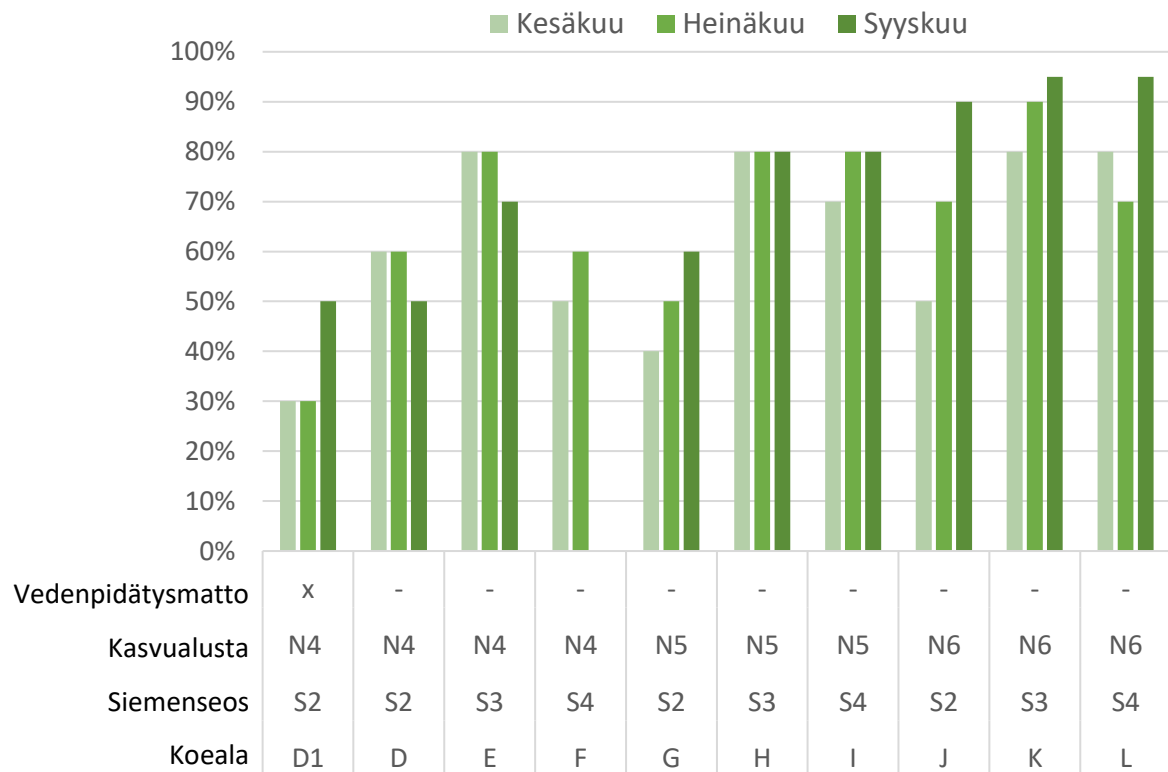
Kaikilla kokeessa käytetyillä nurmen siemenseoksilla saavutettiin kesän lopussa hyvä peittävyys. S2 Cello Sport -seoksella peittävyden saavuttaminen oli hieman hitaampaa kuin muilla seoksilla. S3 Karheikko-seos oli kasvutavaltaan tuuhein ja S4 Lord-seos matalin. S4 seoksen joukkoon kylvetyt keltamaite ja niittyhumala eivät esiintyneet ensimmäisen kasvukauden aikana.

Siemenseosta enemmän nurmen kasvuun ja peittävyyteen vaikutti koealalla käytetty kasvualusta. Kaikki siemenseokset antoivat parhaan kasvutuloksen kasvualustassa N6, joka sisälsi 80 % Torpanpihaleismultaseosta ja 20 % hiekkaa. Tässä kasvualustassa oli eniten orgaanista ainesta. Kasvualustat N4 ja N5 sisälsivät vain 40 % yleismultaa. Lisäksi molemmissa oli 30 % hiekkaa sekä N4:ssä 30 % lecasoraa, kun erotuksena N5:ssä oli 25 % lecasoraa ja 5 % biohiiltä. Biohiiltä sisältänyt N5 kasvualusta näkyy tuloksissa hieman parempana peittävyytenä kuin muuten samanlainen N4. Yhdellä koealalla käytetystä vedenpidätysmatosta ei ollut havaittavaa hyötyä.

Rikkakasveja esiintyi kaikilla nurmikoealoilla maltillisesti. Mitä pienempi peittävyys koealalla oli, sitä enemmän tilaa rikkakasveille. Nurmi oli kuitenkin selvästi voitolla, eikä rikkakasveista ollut merkittävää haittaa millään koealalla.

Taulukko 10. Nurmikoealojen tulokset ensimmäisen kasvukauden lopulla.
 (S2= Cello Sport, S3= Karheikko, S4= Lord; kasvualustat:
 N4= yleismulta 40 % -hiekkä 30 % -lecasora 30 %,
 N5= yleismulta 40 % -hiekkä 30 % -lecasora 25 % -biohiili 5 %,
 N6= yleismulta 80 % -hiekkä 20 %)

| Koeala | D1 | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Kasvualusta | N4 | N4 | N4 | N4 | N5 | N5 | N5 | N6 | N6 | N6 |
| Siemenseos | S2 | S2 | S3 | S4 | S2 | S3 | S4 | S2 | S3 | S4 |
| Vedenpidätysmatto | x | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Peittävyys % | 50 | 50 | 70 | 60 | 60 | 80 | 80 | 90 | 95 | 95 |
| Korkeus cm (taipunut) | 10 (15) | 10 (15) | 10 (18) | 10 (12) | 10 (16) | 10 (17) | 10 (15) | 10 (13) | 10 (16) | 10 (12) |



Kuva 13. Nurmikoealojen peittävyys %.

4.2 Matala paahde

Matalan paahteen koealoja oli yhteensä seitsemän: neljä Paciuksenkadulla sekä kolme Länsisalmessa. Siemenseokset olivat lähes samanlaiset, mutta kasvualustoissa oli eroja mm. kierrätysainesten käytön ja multapitoisuuden osalta. Ensimmäisen kasvukauden lopussa kaikki koealat näyttivät vielä melko paljailta ja peittävyys vaihteli välillä 0,1-5 %.

Suurempi kasvualustan multapitoisuus erottui selvästi tuloksissa sekä toivottujen että rikkakasvien suurempana peittävytenä. 40 % yleismultaa sisältäneessä kasvualustassa K3 saavutettiin paras peittävyys eli 5 % (ala D). Kuitenkin siinä esiintyi eniten myös rikkakasveja, jotka peittävät helposti matalat paahdekasvit alleen. Toiseksi paras peittävyys eli 2 % saavutettiin kasvualustassa K2, jossa oli 10 % yleismultaa ja loput soraa ja betonimursketta (ala B). Tässä kasvualustassa rikkakasveja oli erittäin vähän ja tätä voikin pitää hyvin potentiaalisena vaihtoehtona käyttöön vähäisen hoidon tarpeen ansiosta. Kolmas Länsisalmessa käytetty kasvualusta K1 sisälsi karkeaa betonimursketta ilman peittoa, ja tämä kasvualusta ei vaikuttanut sopivan hyvin millekään kasveille. Kyseisellä koealalla (A) ei itänyt koko kesän aikana juuri lainkaan liioin toivottuja kasveja kuin rikkakasvejakaan. Länsisalmessa koealoja kasteltiin kesän kuivimpaan aikaan heinäkuussa kerran viikossa.



Kuva 14. Ketoneilikka ja kangasajuruoho hyvässä kasvussa, mutta myös paljon rikkakasveja (ala D, syyskuu)



Kuva 15. Ketoneilikan ja kangasajuruohon alkuja, hyvin vähän rikkakasveja (ala B, syyskuu).

Paciuksenkadun koealoilla olosuhteet olivat karummat kuin Länsisalmessa. Kasvualustan paksuus oli vain 10 cm (Länsisalmessa alat B ja D 20 cm) eikä koealoja kasteltu. Paciuksenkadun kasvualustoissa oli yleismultaa 0-10 %. Paras peittävyys tuli jälleen enemmän multaa sisältäneeltä koealalta (C). Itäminen oli Paciuksenkadulla selvästi hitaampaa ja ensimmäiset toivotut yksilöt olivat havaittavissa vasta syyskuussa. Toisaalta millään koealoista ei ollut juuri rikkakasvejakaan, lähinnä pieniä ruohotupsuja.



Kuva 16. Ketoneilikan alkuja Paciuksenkadulla syyskuussa (ala C)

Seuraavassa taulukossa on esitetty tarkemmat tulokset koealoittain. Lajien menestymistä on kuvattu seuraavalla asteikolla:

- lajia ei havaittavissa

+ muutama yksilö

++ lupaava alku, paljon pieniä taimia

+++ hyvässä kasvussa, paljon kasveja, mahdollisesti myös kukkia

Taulukko 11. Matalan paahteen tulokset syyskuussa ensimmäisen kasvukauden lopussa. (Suluissa oleva P=Paciuksenkatu, L=Länsisalmi; siemenseoksen lajit näkyvät taulukossa, kasvualustat:

P1= sora 90 % - kalkkikivi 10 %,

P2= sora 85 % -kalkkikivi 10 % -yleismulta 5 %,

P3= sora 80 % -kalkkikivi 10 % -yleismulta 10 %,

K1= betonimurske 50 % -sora 30 % -yleismulta 20 %,

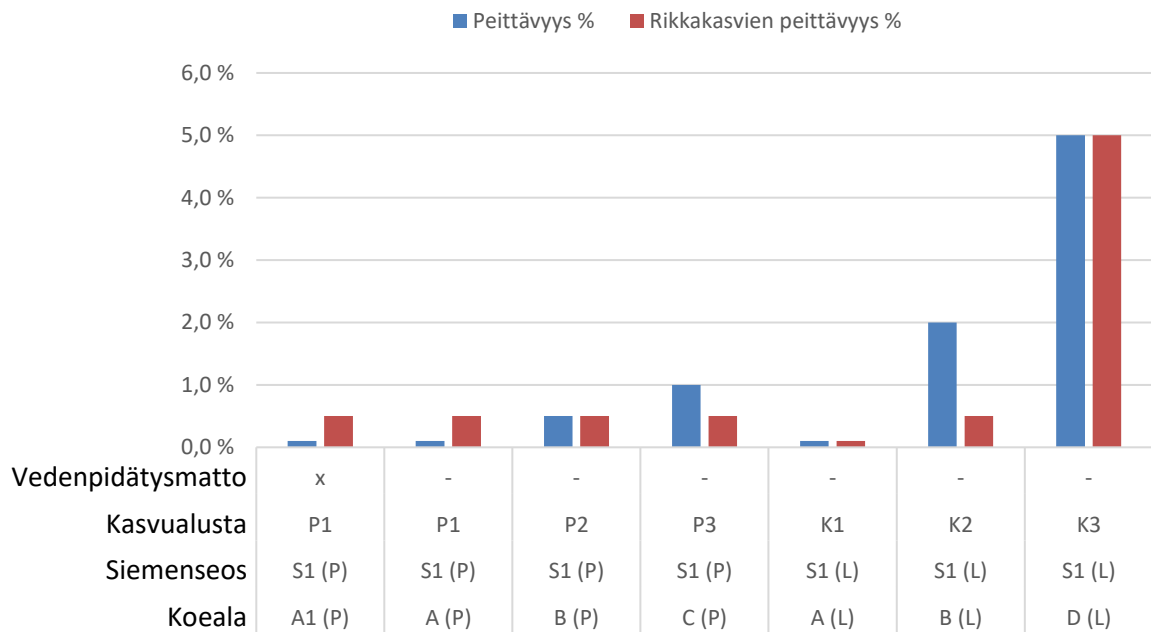
K2= peitto sora 90 % -yleismulta 10 % ja pohja sora 60 %

-betonimurske 30 % -yleismulta 10 %,

K3= peitto sora 60 % - yleismulta 40 %, pohja yleismulta 40 %

-betonimurske 30 % -sora 30 %)

| Koeala | A1 (P) | A (P) | B (P) | C (P) | A (L) | B (L) | D (L) |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Kasvualusta | P1 | P1 | P2 | P3 | K1 | K2 | K3 |
| Siemenseos | S1 (P) | S1 (P) | S1 (P) | S1 (P) | S1 (L) | S1 (L) | S1 (L) |
| Vedenpidätysmatto | x | - | - | - | - | - | - |
| Peittävyys % | 0,1 | 0,1 | 0,5 | 1 | 0,1 | 2 | 5 |
| Korkeus cm | 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3-5 | 5-15 |
| Rikkakasvien määrä | vähän | vähän | vähän | vähän | vähän | vähän | paljon |
| Arvio peittävydestä toisena kasvukautena | 1 | 1 | 5 | 15 | 0 | 30 | 40 |
| kangasajuruoho | - | + | + | ++ | - | ++ | +++ |
| ketoneilikka | - | - | + | +++ | + | +++ | +++ |
| keltamaite | + | - | - | - | - | + | + |
| keltamaksaruoho | - | - | - | - | - | - | - |
| kissankäpälä (vain Länsisalmi) | | | | | - | - | - |



Kuva 17. Toivottujen lajien sekä rikkakasvien peittävyys matalan paahteen koelaloilla ensimmäisen kasvukauden lopussa. (Suluissa oleva P=Paciuksenkatu, L=Länsisalmi)



Kuva 18. Parhaiten menestyneet matalan paahteen lajit: kangasajuruoho ja ketoneilikka (kuvat Länsisalmi syyskuu)

4.3 Korkea paahte ja niitty

Korkean paahteen koealoja oli kolme ja rehevän niittyseoksen aloja yksi, ja nämä kaikki sijaitsivat Länsisalmessa. Korkean paahteen alueet kukkivat näyttävästi jo ensimmäisenä kesänä ja olivat melko reheviä heinäkuusta alkaen. Kasvukauden lopussa koealojen peittävyys vaihteli välillä 2-15 %, ja erilaisten kasvualustojen vaikutus oli selvästi havaittavissa.



Kuva 19. Korkean paahteen alat heinäkuussa: C ja F. Kasvualustan multavuuden lisäys näkyy selvästi rehevämpänä kasvuna, mutta myös rikkakasvien määrässä.

Korkean paahteen lajit lähtivät hyvin kasvuun lukuunottamatta huopakeltanoa, jota ei esiintynyt ensimmäisen kasvukauden aikana. Selvästi parhaiten kasvoi nurmikohokki, joka esiintyi runsaana ja kukki näyttävästi heinäkuussa, ja vielä paikoitellen syyskuussakin. Myös päivänkakkara ja nuokkukohokki tekivät runsaasti lehtiruusukkeita, mutta eivät vielä kukkineet ensimmäisenä vuonna.

Tuloksissa erottuu kasvualustan vaikutus selvästi; mitä multavampi kasvualusta, sitä rehevämpi kasvu oli sekä toivotuilla lajeilla että rikkakasveilla. Betoniliete antoi vielä hieman rehevämmän kasvun kuin betonimurske. Alalla C, jolla oli karuin kasvualusta, peittävyys ensimmäisen kasvukauden lopussa oli 2 %. Kuitenkin arvio seuraavan vuoden peittävydestä nousee 30 % :iin asti, ja merkittävää on, että tällä alalla ei ollut haittaa rikkakasveista.

Rehevä niittyseos oli kokeilussa vain yhdellä koealalla Länsisalmessa. Kasvualustassa oli runsaasti turvetta sekä peitekerroksen alla betonilietettä. Tämän koealan tulokset jäivät laihoiksi, sillä toivotuista lajeista vain kaksi lajia kymmenestä oli havaittavissa ensimmäisenä kesänä – ahdekaunokki ja puna-apila. Rikkakasvien määrä oli suuri heti alkukesästä alkaen ja pihatatar olikin alalla hallitsevin kasvi.

Taulukko 12. Korkean paahteen ja niityn tulokset. Kaikki koealat sijaitsevat Länsisalmessa. (Siemenseoksen lajit näkyvät taulukossa, kasvu-
alustat:

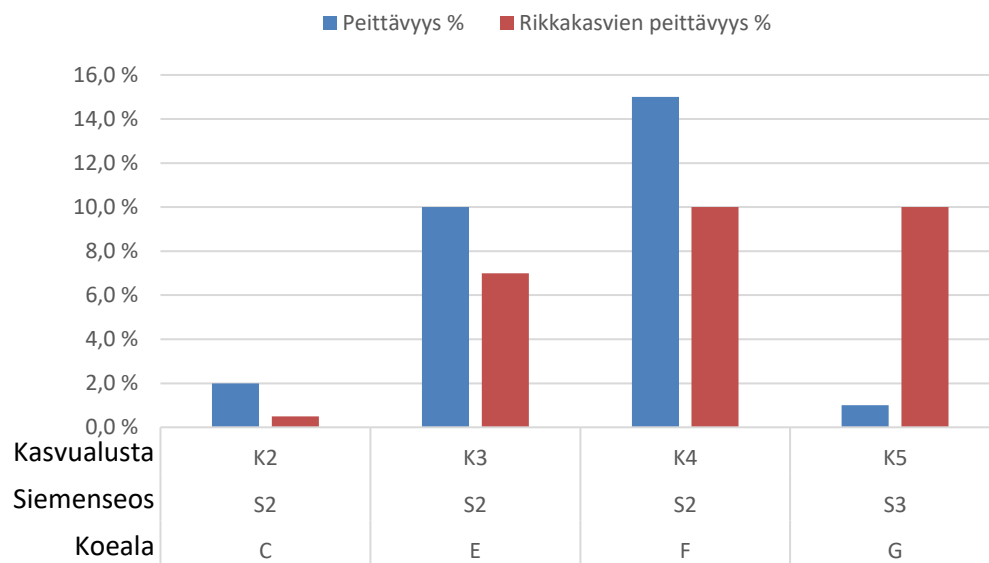
K2= peitto sora 90 % -yleismulta 10 % ja pohja sora 60 % -betonimurske 30 % -yleismulta 10 %,

K3= peitto sora 60 % - yleismulta 40 %, pohja yleismulta 40 % - betonimurske 30 % -sora 30 %,

K4= peitto sora 60 % -yleismulta 40 %, pohja yleismulta 40 % - betoniliete 30 % -sora 30 %,

K5= peitto sora 60 % -turve 40 %, pohja turve 40 % -betoniliete 30 % -sora 30 %)

| Koeala | C | E | F | G |
|--|-------|--------|--------|--------|
| Kasvualusta | K2 | K3 | K4 | K5 |
| Siemenseos | S2 | S2 | S2 | S3 |
| Peittävyys % | 2 | 10 | 15 | 1 |
| Korkeus cm | 3-30 | 5-30 | 5-40 | 5-30 |
| Rikkakasvien määrä | vähän | paljon | paljon | paljon |
| Arvio peittävydestä toisena kasvukautena | 30 | 50 | 60 | 20 |
| nurmikohokki | +++ | +++ | +++ | |
| päivänkakkara | ++ | +++ | +++ | |
| kannusruoho | + | ++ | +++ | |
| kangasajuruoho | ++ | +++ | ++ | |
| nuokkukohokki | ++ | +++ | +++ | |
| huopakeltano | - | - | - | |
| ahdekaunokki | | | | +++ |
| puna-apila | | | | ++ |
| harakankello | | | | - |
| niittyleinikki | | | | - |
| rohtotädyke | | | | - |
| nurmitädyke | | | | - |
| ruusuruoho | | | | - |
| verikurjenpolvi | | | | - |
| ketokaunokki | | | | - |
| sikuri | | | | - |



Kuva 20. Toivottujen lajien ja rikkakasvien peittävyys korkean paahteen (S2) ja niityn (S3) koealoilla ensimmäisen kasvukauden lopussa.



Kuva 21. Parhaiten menestyneet korkean paahteen lajit: kukkivat nurmikohokki (ylh. vas., kuva heinäkuu) ja kannusruoho, ensimmäisen vuoden lehtiruusukkeina nuokkukohokki (alh. vas.) ja päivänkakkara (kuvat syyskuu).



Kuva 22. Parhaiten menestyneet niittykoealan lajit: ahdekaunokki ja puna-apila (kuvat syyskuu).

4.4 Koetulosten tarkastelu

Edellä esitetyt koetulokset kertovat yhden vuoden tietyn koeasetelman tulokset, ja niihin on vaikuttanut monta muuttujaa. Lähtökohtana on ollut syksyllä 2018 toteutettu koeasetelma, joka oli siis valmiina ennen tämän opinnäytetyön aloitusta kesäkuussa 2019.

Paahde- ja niittykoealoille kylvetty siementen määrä on ollut varsin pieni, 80-120 kpl/m². Rakennetun ympäristön niittyjen perustamiseen kylvämällä suositellaan 30-60 g niittysiemenseosta aarille ja karuille kasvupaikoille kuten tieluiskiinkin 100 g/a (Virolainen, Tuominen & Lauren, 2003, s. 32). Siementen koko vaihtelee paljon, mutta useimmilla niittykasveilla siemeniä on 1000-10 000 kpl/g. Näin ollen suosituksen mukaan siemeniä tulisi kylvää vähintään 30 000 kpl aarille eli 300 kpl/m² tai jopa kymmenkertaisesti tätä enemmän. Suurempi kylvömäärä olisi varmasti tuottanut suuremman peittävyden jo ensimmäisenä vuonna.

Muita huomioonotettavia tekijöitä on muun muassa siementen kylvöaika, sääolot ja kastelu. Siemenet kylvettiin myöhään syksyllä lokakuussa, jolloin kasvuunlähtö on siirtynyt seuraavalle vuodelle. Kevät oli kosteudeltaan tavanomainen, mutta kesä oli erittäin vähäsateinen. Vain Länsisalmen koealoja kasteltiin ja niitäkin vain heinäkuussa kerran viikossa. Ensimmäisenä vuonna juuristo on vielä pieni, ja poudansieto huonoin. Nurmikoealat ruskettuivat kuivuuden johdosta selvästi ja kuivuus jätti jälkeensä laikkuja, vaikka kasvusto muuten vihertyi taas loppukesällä.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Kasvillisuustyyppien valinta

Viherraidekokeen tulosten perusteella nurmiraide on selkeästi toimiva ja käyttökelpoinen vaihtoehto raidealueiden vihreyttämiseen. Sillä on monia etuja verrattuna koviin pintoihin ja se saavuttaa hyvän peittävyuden jo ensimmäisenä kasvukautena. Kaupunkikuvallisesti se on vihreä parhaimmillaan koko kasvukauden ajan.

Paahdelajeilla peittävyuden saavuttaminen kestää selvästi kauemmin, eikä potentiaalia saada selville kunnolla yhden kasvukauden kestävän kokeen aikana. Useimmat paahdelajit eivät myöskään ole vihreitä aivan kasvukauden alusta loppuun saakka. Toisaalta ne pysyvät vihreinä kesän pitkinäkin poutakausina, jolloin nurmi helposti ruskettuu. Lisäksi kukinta-aikaan niiden vaikutus kaupunkikuvan esteettisyyteen on merkittävä. Alkuun päästyään paahde- ja niittylajit eivät yleensä vaadi muuta hoitoa kuin mahdollisen niiton kerran kasvukaudessa.

Kaupunkiluonnon monimuotoisuuden tukemiseen puhtailla nurmiseoksilla on vain vähän tarjottavaa. Niiden viherympäristö on hyvin yksipuolista. Kukkivat monilajiset paahdeseokset sen sijaan voivat tarjota tärkeitä elinympäristöjä tiiviisti rakennetussa kaupungissa etenkin monille hyönteislajeille. Kokeessa mukana olleista lajeista muun muassa kangasajuruoholla elää toistakymmentä uhanalaista perhoslajia ja nuokkukohokilla ainakin viisi (Kittamaa ym. 2009, 15, 18).

Käytännössä vaihtoehto voi olla myös nurmi- ja kukkalajien yhdistelmä, jolloin voidaan saavuttaa molempien parhaat puolet. Tässä viherraidekokeessa paahdeseosten joukossa ei ollut lainkaan heiniä, mutta luonnossa kukkaniityille kuuluvat oleellisena osana heinäkasvit. Yleensä viheralueen niittyjen perustamisvaiheessa niille kylvetään suojaheinää, jonka tehtävänä on suojella niittykukkia niiden kasvun alussa. Heinien määrän kanssa on kuitenkin oltava varovainen, sillä heinät ovat nopeakasvuisia ja voivat tukahduttaa niittykasvien pienet lehtiruusuksheet. (Virolainen, Tuominen & Laurén, 2003, s. 18)

Toisaalta myös nurmen joukkoon voidaan lisätä kukkivia lajeja. Viherraidekokeessa oli mukana seos, jossa oli nurmisiementen lisäksi niittyhumalaa ja keltamaitetta. Kokeessa yhdistelmän toimivuutta ei kuitenkaan voitu osoittaa, sillä niittyhumalaa ja keltamaitetta ei näkynyt koaloilla ensimmäisen kasvukauden aikana. Todennäköisesti nurmi ehti vallata alueen ennen kuin nämä lajit pääsivät vauhtiin, ja keltamaite, jota oli myös matalassa paahdeseoksessa, iti muutenkin kokeessa huonosti. Kokeessa ei ollut mukana apilan ja nurmen seosta, joka on yleisesti käytetty ja näin katsottiin, ettei sitä tarvitse testata. Valkoopila on luonnostaan matala ja sopii hyvin nurmen joukkoon lisäämään hieman

monimuotoisuutta, ja lisäksi typenkerääjäkasvina se toimii myös viherlannoittajana.

5.2 Suositukset viherraiteiden suunnitteluperiaatteisiin

Tässä kappaleessa esitellään viherraidekokeen tulosten sekä muiden tutkimustietojen perusteella kootut suositukset viherraiteiden suunnitteluperiaatteisiin, erityisesti Raide-Jokeria varten. Suositukset on laadittu näistä lähtökohdista:

- Viherraide toteutetaan siemenkylvönä.
- Hoitoon on hyvin vähän resursseja ja alueita ei kitketä juuri lainkaan, eli rikkakasvit eivät saa päästä vallalle.
- Viherraiteilla halutaan tukea kaupunkiympäristön monimuotoisuutta ja viihtyisyyttä mahdollisimman hyvin.

5.2.1 Viherraiteen tyyppin valinta

Suositukset viherraiteen tyyppin valintaan:

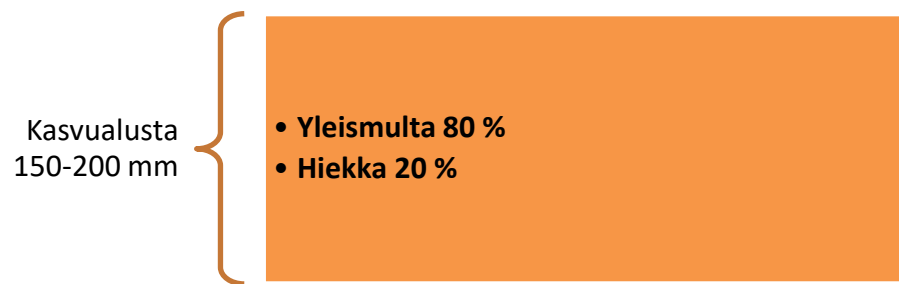
- Viherraiteen tyyppi valitaan kohteen ympäristö huomioiden ja koko reitillä käytetään **vaihtelevasti sekä nurmi- että paahdeseos-viherraidetta**.
- Paahdeseos-viherraidetta voidaan käyttää kohteissa, joissa ympäristö on avoin eikä läheisyydessä ole varjostavaa puustoa tai korkeita taloja. Kiskoväliin täytyy valita matala paahdeseos, mutta raiteiden vieressä ja etenkin mahdollisissa luiskissa kannattaa suosia korkeaa paahdeseosta sen varmemman peittävyuden vuoksi.
- Raide-Jokeria rakennetaan viiden vuoden ajan, ja mahdollisuuksien mukaan kukkivia seoksia kannattaa sijoittaa paikkoihin, joissa niillä on aikaa kehittyä 1-2 kasvukautta työmaavaiheessa. Näin ne ovat valmiimman näköisiä liikennöinnin alkaessa.

5.2.2 Kasvualustan valinta

Suositukset kasvualustan valintaan eri viherraidetyypeille:

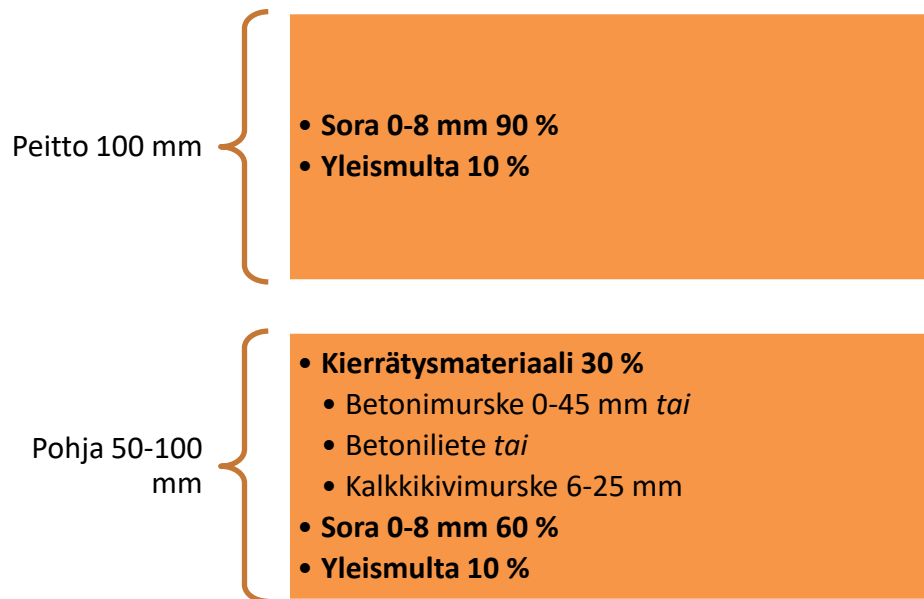
- **Nurmiraiteelle** sopii hyvin tavallinen viherrakentamisen kasvualustaseos täydennettynä hiekalla. Lecasoran, biohiilen tai vedenpidätysmaton käytöstä ei ole havaittavaa hyötyä.
 - Kokeessa paras kasvutulos kaikilla nurmiseoksilla oli kasvualustassa, joka sisälsi 80 % Torpanpiha-yleismultaa ja 20 % hiekkaa. Torpanpiha-yleismulta on kalkittu ja lannoitettu hietamoreenin, tumman turpeen ja saveksen seos, joka sisältää 8 % orgaanista ainesta ja täyttää VYL:in suositukset ravinteisuustyyppille 3; nurmikot A1-A3 sekä vaatimattomat puut, pensaat, köynnökset ja perennat (Hyvinkään Tieluiska, n.d.).
 - Niillä osuuksilla, joilla nurmen kasvualusta ei ole lainkaan yhteydessä pohjamaahan, hiekan lisäys auttaa juuriston

hapensaantia runsailla sateilla. Jos kasvualusta on yhteydessä pohjamaahan, voidaan käyttää myös pelkkää 100 % yleismultaseosta kasvualustana.



Kuva 23. Suositus kasvualustasta nurmiraiteelle

- **Paahdeseos-viherraitteelle** (sekä korkea että matala paahde) kasvualustan ei kannata olla kovin multapitoinen, koska se lisää voimakkaasti rikkakasvien määrää. Kokonaan ilman multaa kasvualusta jäi kuitenkin liian karuksi; sopiva määrä multaa on noin 10 %. Multaseoksen lisäksi paahdeseos-viherraitteella kasvualustan pääraaka-aineeksi sopii sora (0-8 mm). Soraa voi olla jopa 90 % tai osa siitä voidaan korvata kierrätysraaka-aineilla.
 - Kokeessa lupaavimmat kasvutulokset vähäisellä rikkakasvimäärällä saatiin kasvualustalla, jossa oli 10 % Torpanpiha-yleismultaa. 40 % multaa sisältäneellä kasvualustalla rikkakasvit nousivat hallitsevaan asemaan, vaikka toivotutkin lajit kasvoivat hyvin.
 - Kierrätyskasvualustoista kokeessa saatiin lupaavia tuloksia käyttämällä koko kasvualustassa 10 % kalkkikivimursketta tai pohjaosuudessa (eli 10 cm peiton alla olevassa kasvualustassa) 30 % betonimursketta, jonka raekoko oli 0-45 mm tai sama osuus betonilietettä. On kuitenkin huomioitava, että ilman peittoa kokeiltu karkea kierrätysbetonimurske (raekoko 16-45 mm, osuus kasvualustassa 50 %) ei soveltunut lainkaan kasvualustaksi, joten peitto on välttämätön. Myös ns. MARA-asetus (Valtioneuvoston asetus 83/2017 § 3-4) edellyttää, että jätteitä sisältävä kasvualustarakenne peitetään vähintään 10 cm kerroksella luonnon maa- tai kiviainesta.
 - Vedenpidätysmatosta ei ollut havaittavaa hyötyä.



Kuva 24. Suositus kasvualustasta paahdeseos-viherraiteelle

5.2.3 Nurmiraiteen siemenseos

- Nurmiseokseksi suositellaan seosta, joka sisältää yli 50 % natalajeja (puna-, puisto-, jäykkänata) ja noin 15-35 % niittynurmikkaa. Seoksessa voi olla myös nurmirölliä.
 - Koetuloksissa käytetyllä nurmen siemenseoksella ei muodostunut suuria eroja, vaan kasvualustan vaikutus oli merkittävämpi. Niittynurmikan suurempi osuus (60 %) näyttäisi kuitenkin hidastavan peittävyuden saavutusta.
 - Kaikki kokeessa käytetyt nurmiseokset (Cello Sport, Karheikko ja Lord) saavuttivat loppukesällä hyvän peittävyuden suositellussa kasvualustassa.
- Nurmen joukkoon voisi lisätä 5 % matalien kukkien siemeniä, kuten valkoapilaa ja/tai niittyhumalaa.
 - Valkoapila-nurmiseoksia on yleisesti saatavilla, ja käytöstä enemmän kokemusta.
 - Kokeessa yhteen nurmiseokseen oli lisätty niittyhumalaa ja keltamaitetta, mutta nämä eivät lähteneet kasvuun koeaikana, joten toimivuutta ei olla voitu osoittaa. Luultavasti ne jäivät nurmen tukahduttamaksi, joten kukkakasvit olisi varmempaa kylvää erillään laikuiksi, joihin ei tule nurmisiementä.
- Nurmiseokselle suositeltu kylvömäärä yhteensä 2-3 kg /a.

5.2.4 Paahdeseos-viherraiteen siemenseos

- Paahdeseokseksi suositellaan monilajista seosta täydennettynä suojaheinällä. Suojaheinä varmistaa vihertymisen jo ensimmäisenä vuonna, auttaa kukkivia kasveja alkuun ja estää rikkakasveja leviämistä.
- Taulukossa 13 on listattu viherraitteille suositeltuja paahdelajeja.
- Suojaheinänä voi käyttää jäykkä-, lampaan- tai punanataa sekä pienen määrän nurmirölliä. Sopiva kylvömäärä suojaheinille yhteensä on n. 100-250 g/a, jotta kukkiville kasveille jää riittävästi tilaa. (Luiskissa hieman suurempi kylvömäärä kuin tasamaalla.)
 - o Jos lampaannataa tai jäykkänataa kylvetään tiheästi (400-500 g/a), kasvusto pysyy matalana leikkaamatta ja estää tehokkaasti rikkakasveja – mutta samalla myös toivottujen lajien leviämistä (Mahosenaho & Pirinen, 1999, s. 56)
- Paahdelajien suositeltu kylvömäärä on 100 g/a
 - o 100 g/a on karuille kasvupaikoille suositeltu määrä (Virolainen, Tuominen & Laurén, 2003, s.32; Mahosenaho & Pirinen, 1999, s. 56).
 - o Viherraidekokeessa kylvömäärät olivat 80-120 kpl/m² eli vain noin 5 g/a
- Paras kylvöaika on elo-syyskuussa.
- Epäonnistumisen vaara on suurempi, mitä vähemmän lajeja käytetään tai jos siementen määrässä tingitään. Siksi seoksessa voi hyvin olla suosituksen ulkopuolisiakin lajeja täydentämässä, ja alue voi kehittyä dynaamisesti eli parhaiten paikalle sopeutuvat lajit voimistuvat ajan myötä.

Taulukossa 13 on listattu yhteensä 15 paahdeseos-viherraitteeseen suositeltavaa lajia. Lajivalintojen perusteena on vähintään yksi seuraavista:

- hyvä tulos viherraidekokeessa (vähintään ”++”: lupaava alku, paljon pieniä taimia)
- suositus Tielaitoksen laajoihin Suomessa toteutettuihin niittykokeisiin perustuen (Mahosenaho & Pirinen, 1999)

Lisäksi mainitaan jos lajia on suositeltu myös eurooppalaisessa viherraidekäsikirjassa (Kappis & Schreiter, 2016), mutta olosuhteiden erilaisuuden vuoksi tämä ei yksinään riitä suosituksen perusteeksi käyttöön Suomessa.

Matalan paahteen lajeja voi käyttää myös korkean paahteen joukossa. Suosituksessa on mukana myös lajeja, jotka eivät menestyneet viherraidekokeessa, mutta niiden käyttökokemukset muualla osoittavat niiden olevan käyttökelpoisia. Viherraidekokeen lyhyys ei välttämättä tuonut niiden kasvupotentiaalia oikein esiin.

Taulukko 13. Paahdeseos-viherraiteseen suositellut lajit. (Korkeudet Luontoportti n.d.)

| | Laji | Tieteellinen nimi | Korkeus cm | Viherraidetulos | | Tielai- tos | Eur. vi- herraide |
|---------------|-------------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|----------------------|
| | | | | Mukana | Hyvä tulos | | |
| Matala paahde | Ketoneilikka | <i>Dianthus deltoides</i> | 10-30 | x | | | |
| | Keltamaite | <i>Lotus corniculatus</i> | 10-40 | x | | | |
| | Ahosolaheinä | <i>Rumex acetosella</i> | 10-40 | | | | |
| | Kangasajuruoho | <i>Thymus serpyllum</i> | 5-15 | x | | | |
| Korkea paahde | Siankärsämö | <i>Achillea millefolium</i> | 20-70 | | | | |
| | Ahdekaunokki | <i>Centaurea jacea</i> | 30-80 | x | | | |
| | Päivänkakkara | <i>Leucanthemum vulgare</i> | 20-70 | x | | | |
| | Kannusruoho | <i>Linaria vulgaris</i> | 20-70 | x | | | |
| | Mäkitervakko | <i>Lychnis viscaria</i> | 20-40 | | | | |
| | Puna-ailakki | <i>Silene dioica</i> | 20-60 | | | | |
| | Nuokkukohokki | <i>Silene nutans</i> | 20-40 | x | | | |
| | Nurmikohokki | <i>Silene vulgaris</i> | 20-80 | x | | | |
| | Kultapiisku | <i>Solidago virgaurea</i> | 30-100 | | | | |
| | Pietaryrtti | <i>Tanacetum vulgare</i> | 30-150 | | | | |
| Puna-apila | <i>Trifolium repens</i> | 15-50 | x | | | | |

5.3 Pohdinta

Viherraide on Suomessa vielä uusi ja melko tuntematon käsite, ja siinä hyvin toimivista kasvivalinnoista tarvitaan lisää kokemusta. Tämä viherraidetulos osoitti, että nurmipintaisia ratkaisuja on suhteellisen helppo suunnitella, koska ne onnistuvat hyvin melkein päsiemenekoituksesta riippumatta ja tavallisella viherrakentamisen kasvualustalla. Sen sijaan paahdelajien käyttö vaatii paljon asiantuntemusta. Monet lajit eivät lähdä helposti kasvuun kylvämällä ja peittävyden saavuttaminen kestää useamman kasvukauden ajan. Kasvualustan koostumus ei saa olla liian multava, etteivät rikkakasvit pääse valtaamaan alaa.

Viherraidetulosten perusteella löytyi kahdeksan paahdeseos-viherraitteisiin suositeltavaa lajia. Täydennettynä muiden suomalaisten niittytutkimuksien tuloksilla suositeltavia, hyvin siemenkylvönä kuivalle ketoalueelle sopivia lajeja löytyi yhteensä 15. Näistä vain neljä on riittävän matalia myös raideväliin käytettäväksi. Erityisesti matalien lajien osalta tutkimusta tarvittaisiinkin lisää useampien sopivien lajien löytämiseksi.

LÄHTEET

- Grüngleisnetzwerk (2018). Haettu 21.8.2019 osoitteesta <http://www.gruengleisnetzwerk.de/Gleisbegruenung-en.html>
- Hyvinkään Tieluiska (n.d.). Torpanpiha-yleismulta. Haettu 17.10.2019 osoitteesta <https://torpanpiha.fi/yleismulta/>
- Inkeröinen, A. (2019). Ilmakuvat koalueesta. Toimitettu sähköpostilla 24.9.2019.
- Kappis, C. & Schreiter, H. (2016). *Handbook Track Greening*. Eurailpress.
- Kittamaa, S., Rytteri, T., Ajosenpää, T., Aapala, K., Hallman, E., Lehesvirta, T., & Tukia, H. (toim.) (2009). *Harjumetsien paahdeympäristöt – nykytila ja hoito*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. Suomen ympäristö 25/2009.
- Lundin kunta (2018). Första spårvägsgräset är på plats. Haettu 21.8.2019 osoitteesta <https://sparvaglund.se/aktuellt/2018/forsta-sparvagsgraset-ar-pa-plats/>
- Lundin kunta (2019). Gräset kommer till stan i juli. Haettu 21.8.2019 osoitteesta <https://sparvaglund.se/aktuellt/2019/graset-kommer-till-stan-i-juli/>
- Luontoportti (n.d.). Kukkakasvit. Haettu 27.10.2019 osoitteesta <http://www.luontoportti.com/suomi/fi/kukkakasvit/>
- Mahosenaho, T. & Pirinen, T. (1999). Niittykasvillisuuden perustaminen tieluiskiin. Koetuloksia ja kirjallisuusselvitys. Helsinki: Tielaitos.
- Niemelä, J., Saarela, S-R., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., & Väre, S. (2010). Kaupunkiluonnon ekosysteemipalvelut. Teoksessa J. Hiedanpää, L. Suvantola & A. Naskali (toim.) *Hyödyllinen luonto*. Tampere: Vastapaino, 203–223.
- Nürnberg Nachrichten (2019). Mehr Rasen: Nürnbergs Tram-Gleise sollen grüner werden. Haettu 7.10.2019 osoitteesta <https://www.nordbayern.de/region/nuernberg/mehr-rasen-nuernbergs-tram-gleise-sollen-gruner-werden-1.9059313>
- Raide-Jokeri (2019). Nurmiraiteiden alustavat poikkileikkaukset. Toimitettu sähköpostilla 29.11.2019.
- Sipilä, M. (2018a). *Nurmiraiteiden päällysrakenteen suunnittelu*. Diplomityö. Ympäristötekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto.

Sipilä, M. (2018b). Nurmiraadan juuristotutkimukset. Julkaisematon raportti.

Tampereen kaupunki (2019). Tampereen raitiotien nurmiradan kasvualusta selvisi kokeilulla – radan kylvöt aloitetaan loppukesällä. Haettu 7.10.2019 osoitteesta

https://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/ajankohtaista/tiedotteet/2019/05/17052019_7.html

Tanninen, T., Heikkinen, I, & von Weissenberg, M. (toim.) (2017). *Väliarvio Suomen luonnon monimuotoisuuden suojelun ja kestävän käytön strategiasta ja toimintaohjelmasta vuonna 2016*. Helsinki: Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön raportteja 14/2017.

Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 843/2017. Haettu 27.11.2019 osoitteesta

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>

Virolainen, K., Tuominen, V. & Laurén, T. (2003). *Kukkaniitty viheralueelle*. Jyväskylä: Suomen Niittysiemen.