

**PÖLYTTÄJÄHYÖNTEISET OSANA KASVILLISUUDEN
MONIMUOTOISUUTTA
CASE KORKEASAAREN ELÄINTARHA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Lepaa, maisemasuunnittelun koulutusohjelma

Kevät 2019

Nora Ruuth

Maisemasuunnittelun koulutusohjelma
Lepaa

Tekijä	Nora Ruuth	Vuosi 2019
Työn nimi	Pölyttäjähönteiset osana kasvillisuuden monimuotoisuutta Case Korkeasaaren eläintarha	
Työn ohjaaja/t	Hannu Äystö, Leena Huhtama	

TIIVISTELMÄ

Korkeasaaren eläintarhaan rakennetaan vuoden 2019 aikana pölyttäjäpuisto, joka pyrkii tuomaan esille pölyttäjähönteisten maailmanlaajuisesti merkittävän häviämisen. Tavoitteena opinnäytetyölle oli koota materiaalia ja taustatietoa Korkeasaaren pölyttäjäpuiston pohjamateriaaliksi. Pohjamateriaalia hyödyntäen laadittiin pienimuotoiset kasvillisuussuunnitelmat pölyttäjäpuiston alueelle. Kasvillisuuden on tarkoitus olla osana puiston opetusmateriaalia havainnollistamassa kukkien ja pölyttäjähönteisten vuorovaikutteista suhdetta. Työn toimeksiantajana oli Korkeasaaren eläintarhan kiinteistö- ja ympäristöyksikkö.

Pölyttäjähönteisten kadolle ei ole yhtä yksiselitteistä syytä, vaan se on monen syyn seurausta. Suurimmat tekijät ovat elinympäristöjen muutokset, kasvinsuojeluaineet, vieraslajit ja ilmastonmuutos. Erityistä vahinkoa pölyttäjähönteisille on tuottanut tehomaatalous ja kasvinsuojeluaineiden laajamittainen käyttö viljelmillä. Ilmastonmuutos vaikuttaa pölyttäjähönteisiin runsaiten tasaisen ilmanalan alueilla aiheuttaessaan epävakautta alueella normaalisti vallitseviin sääilmiöihin. Suomessa ei ole havaittu vakavaa katoa pölyttäjähönteisillä. Täällä pääsyyksi pölyttäjähönteisten häviämiseksi voidaan katsoa olevan elinympäristöjen muutokset ja erityisesti perinnebiotooppien vähentyminen. Maatalouden perinteisistä hoitokeinoista luopuminen on hävittänyt arvokkaita perinnebiotooppeja ympäri Suomea. Maailmanlaajuisesti eniten apua pölyttäjäkatoon toisi maanviljelyksen painottuminen luomutuotantoon. Tällöin maatalousympäristöt saataisiin monimuotoisemmiksi. Suomessa tärkeimpiä toimia pölyttäjähönteisten pelastamiseksi olisi harvinaistuneiden perinnebiotooppien suojeleminen.

Avainsanat pölyttäjähönteiset, luonnon monimuotoisuus, biodiversiteetti, monimuotoiset kasviyhdykunnat, koevoluutio

Sivut 66 sivua, joista liitteitä 8 sivua

Degree Programme in Landscape Design
Lepaa

Author	Nora Ruuth	Year 2019
Subject	Pollinating insects as part of the diversity of the vegetation Case Korkeasaaren eläintarha	
Supervisors	Hannu Äystö, Leena Huhtama	

ABSTRACT

The Pollination Park will be built to Korkeasaari Zoo in 2019. The Park aims to bring information on the worldwide significant loss of pollinating insects to the visitors. The aim of the thesis was to gather material and background information as the base material for Korkeasaari Pollination park. Using the base material, small scale vegetation plans were drafted for the Pollination park area. The purpose of vegetation is to be part of the park's teaching material to illustrate the interactive relationship between flowers and pollinating insects. The work was commissioned by Korkeasaari Zoo, Property and Environment Unit.

There is no unambiguous reason for the loss of pollinating insects. This is the result of many reasons. The biggest factors are changes in habitats, insecticides, alien species and climate change. Special damage to pollinating insects has been caused by intensive farming and extensive use of insecticides on crops. Climate change affects pollinating insects in areas with a high degree of uniformity. In these areas, it causes instability in the region's normal weather phenomena. There has been no serious loss of pollinating insects in Finland. Here, the main cause of the disappearance of pollinating insects can be considered to be changes in the habitat and, in particular, the decrease of traditional biotopes. The abandonment of traditional methods of traditional biotopes has destroyed valuable traditional biotope areas around Finland. Worldwide, the greatest help for losses in pollinating insects would be the focus on agriculture for organic production. In this case, the agricultural environment would be more diverse. In Finland, the most important measures for rescuing pollinating insects, would be the protecting the traditional biotopes.

Keywords pollinating insects, biodiversity, diverse plant communities, co-evolution

Pages 66 pages including appendices 8 pages

Ekosysteemi	Luonnon olosuhteiltaan yhtenäisellä alueella, toisiinsa vuorovaikutussuhteessa olevien eliöiden ja niiden elottoman ympäristön muodostama toiminnallinen kokonaisuus.
Kulttuuriympäristö	Ihmisen toiminnan tuloksena syntynyt ympäristö.
Perinnebiotooppi	Maaseudun perinteisten maankäyttömuotojen kuten, niiton, laidunnuksen, lehdestyksen ja kaskeamisen muovaama alue.
Neonikotiidit	Kemiallisia yhdisteitä, joita käytetään kasvinsuojeluaineissa tuhohyönteisten torjunnan tehoaineena. Nikotiinin synteettisiä johdannaisia.
Fiproniili	Fenyyliipyratsolien ryhmään kuuluva laajavaikutteinen tuhohyönteisten torjunta-aine.
Indikaattori	Osoitin, ilmaisain, ilmaisija.
Koevoluutio	Kahden tai useamman lajin toisistaan riippuva evolutiivinen kehitys, joka lisää molempien osapuolten kelpoisuutta.
Eläinpölytys	Siitepölyn kulkeutuminen kukasta toiseen jonkin eläimen avulla.
Dynaaminen istutus	Kasvillisuusalue, jonka sallitaan muuttuvan ohjautusti. Monilajisia, monikerroksellisia, monivuotisia ruoho- sekä puuvartisista lajeista muodostettuja istutuksia.
Suksessio	Eliöyhteisön tiettyyn suuntaan kehittyvä ajallinen muutos tietyllä paikalla esim. kasvillisuuden vähittäinen muuttuminen alueella.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LUONNON MONIMUOTOISUUS	2
2.1	Biodiversiteetin köyhtyminen	2
2.2	Pölyttäjäkato	4
2.2.1	Elinympäristöjen muutokset	5
2.2.2	Vieraslajit	6
2.2.3	Ilmastonmuutos.....	6
2.2.4	Torjunta-aineet ja muut kemikaalit.....	7
3	KASVIEN SUVULLINEN LISÄÄNTYMINEN JA PÖLYTYS.....	9
3.1	Kukan rakenne.....	11
3.2	Pölytystapahtuma ja sen tärkeys	13
4	PÖLYTTÄJÄHYÖNTEISET.....	14
4.1	Mesipistiäiset (<i>Apoidea</i>).....	14
4.1.1	Tarhamehiläiset (<i>Apis mellifera</i>).....	17
4.1.2	Kimalaiset (<i>Bombus</i>)	18
4.2	Perhoset (<i>Lepidoptera</i>).....	19
4.3	Muut pölyttäjähönteiset	21
5	PÖLYTTÄJIÄ HOUKUTTELEVA KASVILLISUUS	22
5.1	Kasvien ja hönteisten koevoluutio	22
5.2	Kukan houkutusmekanismit ja ravintokasvin valikoituminen	23
5.2.1	Kukan värit ja pölyttäjähönteisen näkökyky.....	23
5.2.2	Väripreferenssi	25
5.2.3	Kukan muoto ja pölyttäjähönteisen imukärsä	27
5.2.4	Kukan tuoksu ja pölyttäjähönteisten haju- ja makuaisti	28
5.2.5	Kasvin fyysinen itsesäätely	30
5.2.6	Kasvilajiuskollisuus	30
5.3	Kasvilajeja Suomen pölyttäjähönteisille.....	33
6	MONIMUOTOISET KASVIYHDYKUNNAT	36
6.1	Perinnebiotoopit	37
6.1.1	Niityt ja kedot	38
6.2	Rakennettu monimuotoisuus.....	41
6.2.1	Dynaaminen kasviyhdykunta	42
7	KORKEASAAREN PÖLYTTÄJÄPUISTO.....	44
7.1	Lähtötiedot.....	44
7.2	Kasvillisuus suunnitelmat	46
7.2.1	Keto- ja niittyistutukset	47
7.2.2	Pölyttäjähönteisiä houkuttelevat istutukset	48
8	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	49

Liitteet

- Liite 1 Kasvillisuussuunnitelma, Keto
- Liite 1a Merkittäviä pölyttäjähönteisten ravintokasveja kedoilla
- Liite 2 Kasvillisuussuunnitelma, Tuore niitty
- Liite 2a Tuoreilla pienruoho-, suurruoho-, sekä heinäniityillä runsaasti tavattuja kasvilajeja pölyttäjille
- Liite 3 Kasvillisuussuunnitelma, Perennaniitty perhosille
- Liite 3a Perennaniitty perhosille, kasvilista
- Liite 4 Kasvillisuussuunnitelma, Perennaniitty mesipistiäisille
- Liite 4a Perennaniitty mesipistiäisille, kasvilista

1 JOHDANTO

Luonnon monimuotoisuus on luonnon kirjoa; ekosysteemin, lajien tai lajin sisäistä vaihtelevuutta. Luonnon monimuotoisuuden säilyvyys on tärkeää ekosysteemien toimivuuden kannalta. Merkittävimpiä monimuotoisuutta vähentäviä tekijöitä ovat elinympäristöjen tuhoutuminen, luonnolle haitalliset aineet, ilmastonmuutos sekä vieraslajit.

Rakennettu ympäristö yksinkertaistaa alueen eliöstöä. Viheralueet ja puistot ovat varsin samankaltaisia lajikirjoltaan. Kaupunkien kasvaessa alle jää luonnon monimuotoisia ekosysteemejä ja ympäristö köyhtyy. Yksi suuri ympäristön monimuotoisuuden köyhdyttäjä koko maailman mittapuulla on maanviljelys, jonka ansiosta keskustelu luonnon monimuotoisuudesta onkin noussut erääksi viimevuosikymmenien puheenaiheeksi. Kun laajoilla alueilla viljellään yhtä ja samaa viljelyskasvia on luonto heikoilla.

Maanviljelyksen torjunta-aineet ovat tuhonneet suuria hyönteiskantoja. Hyönteisten vähentyminen vaikuttaa myös näitä ravinnoksi käytäviin eläimiin kuten lintuihin ja tätä kautta laajasti luonnon monimuotoisuuteen.

Pölyttäjien katoamiseen ei ole yhtä yksiselitteistä vastausta. Pölyttäjälajit ovat uhanalaistuneet usean eri tekijän yhteisvaikutuksesta. Elinympäristöjen muutokset, kasvinsuojeluaineet, uudet taudinaiheuttajat ja monet muut potentiaaliset uhat vähentävät luontaisten pölyttäjien elinmahdollisuuksia. (Savolainen, 2018, s.166)

Korkeasaaren eläintarhaan rakennetaan vuoden 2019 aikana pölyttäjäpuisto. Puiston tehtävänä on tuoda eläintarhan kävijöiden tietoisuuteen luonnon monimuotoisuuden tärkeys. Tämä teema tuodaan esiin luomalla alueelle pölyttäjähönteis-aiheinen opetuspuisto. Teemapuisto havainnollistaa erinäisten opetusvälineiden avulla pölyttäjähönteisten elämää ja niiden olemassaolon tärkeyttä luonnon monimuotoisuudelle. Kasvillisuuden avulla havainnollistetaan pölyttäjähönteisten osuutta pölytystapahtumaan. Alueelle suunnitellaan kasvilavaistutukset, joihin luodaan niityn ja kedon biotoopit sekä muuta pölyttäjähönteisiä houkuttelevaa kasvillisuutta. Perinnemaisemat; niityt ja kedot ovat Suomessa tärkeimpiä pölyttäjähönteisten elinalueita ja nykyisellään elinolosuhteiden muutoksen vuoksi runsaasti harvinaistumaan päin.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa paneudutaan ensin luonnon monimuotoisuuteen ja sen nykytilanteeseen, sitten kasvien suvulliseen lisääntymiseen, pölytystapahtumaan ja pölyttäjähönteisiin. Tätä kautta tutkiskelun osaksi tulevat pölyttäjähönteisiä erityisesti houkutteleva kasvillisuus ja niiden houkutusmekanismit. Teoriaosuutta hyödyntämällä saadaan suunnittelu-

alueelle luotua monimuotoiset keto sekä niitty biotoopit ja muuta pölyttäjähyönteisiä houkuttelevaa kasvillisuutta, sekä näiden avulla houkutelua jokunen pölyttäjähyönteinenkin paikalle.

2 LUONNON MONIMUOTOISUUS

Luonnon monimuotoisuus, eliöstön kirjo, ilmenee monella eri tasolla. Alueittain vaihtelua on elinympäristön monimuotoisuudessa, lajien määrässä ja geeneissä. (Hanski, Lindström, Niemelä, Pietiäinen & Ranta, 1998, s. 524) Mutta myös lajien sisällä on monimuotoisuutta esim. koon, muodon, värityksen ja käyttäytymisen suhteen. Yksilön ominaisuudet kehittyvät perimän ja ympäristön vaikutuksesta. Tämä yksilöiden välinen muuntelu aiheutuu erosta yksilöiden geeneissä, ympäristössä tai molemmissa. Näin ollen saman lajinkin populaatioissa, jotka elävät erilaisissa ympäristöissä, voi olla huomattavia eroavaisuuksia. (Hanski ym., 1998, s.118)

Ekosysteemit ovat tietyn alueen luonnon muodostamia kokonaisuuksia, johon kuuluu sekä elollisia, että elottomia osia (Kalpala, 2018, s.10). Lajien muodostamisessa yhteisöissä vallitsee tasapaino sekä lajien välinen vuorovaikutus ja riippuvaisuussuhde. (Hanski ym., 1998, s.20) Muutokset ekosysteemissä ovat yleensä todella hitaita. Normaalisissa nopeudessa eliölajit kykenevät sopeutumaan muuttuvaan ekosysteemiin sukupolvi-tain. Ekosysteemin kohdatessa äkillisiä tai nopeasti eteneviä muutoksia, saattaa sen tasapaino järkkäytyä. Tällaisia muutoksia ovat esim. tulipalo, laidunnus, rakentaminen tai ilmastonmuutos. (Kalpala, 2018, s.14)

2.1 Biodiversiteetin köyhtyminen

Koko nykyihmisen elinaikana tärkein ympäristöä muuttava tekijä on ollut ihmisen toiminta. Elinympäristöt ovat muutoksen alla ihmisen toiminnan vaikutuksesta. Maailman väkiluku kasvaa jatkuvasti, luonnonvarojen käyttö kiihtyy ja elinympäristöjä tuhoutuu. Käynnissä on eliölajien raju sukupuuttoaalto ns. kuudes sukupuutto. (Hanski ym., 1998, s.13)

Maailman lajisto on tuhoutunut osin moneen kertaan. Jokaisen ympäristön muutosta aiheuttaneen katastrofin jälkeen se on kuitenkin elpynyt ja lajisto on muokkautunut taas uuteen suuntaan. Tutkimusten mukaan merkittäviä sukupuuttoaaltoja on ollut viisi, joissa pahimmillaan kaksi kolmanesta maapallon lajistosta on hävinnyt. Viime vuosisatoina lajien sukupuutto on kiihtynyt voimakkaasti. (Hanski ym., 1998, s.277-278)

Nykyinen sukupuuttoaalto ei vedä vertoja lajikuolemista aikaisemmille sukupuuttoaloille, mutta erityislaatuiseksi sen tekee yhden lajin, ihmisen, osallisuus asiaan. Ihmisen toiminta on vaikuttanut rajusti elinympäristöihin

ja lajeihin. Aikaisemmat sukupuuttoaalot ovat aiheutuneet luonnonmullistuksista. (Hanski ym., 1998, s.278)

Useasti lajin tai lajien sukupuutto on seurausta usean tekijän yhteisvaikutuksesta. Yleisimmin kyseessä on jokin muutos ympäristössä: elinympäristön tuhoutuminen tai muuttuminen elämälle epäsuotuisaksi. Alueen ekosysteemi järkkyy ja epätasapainottuu. Etenkin pienillä populaatioilla on suuri riski kuolla sukupuuttoon, mutta suurikaan populaatio ei ole turvassa, jos ympäristö muuttuu hyvin radikaalisti. (Hanski ym., 1998, s.277, 283, 288)

Suomessa uhanalaisista lajeista 31,2 % (833 lajia) elää ensisijaisesti metsissä. Suomi on alkujaan ollut metsien peitossa ja alueilta, joita on muokattu, on ensin kaadettu metsää. Uhanalaisten lajien painottuminen metsiin on näin ollen selvää. Metsäbiotooppien laajuus on pienentynyt. Nykyisin Suomen maapinta-alasta on metsätalousmaata noin 86 %. Kulttuuriympäristön lajeja Suomen uhanalaisista lajeista on sen sijaan noin 20%. Kulttuuriympäristöt perinnebiotooppeineen ovat historiansa aikana kokeneet suuren muutoksen maatalouden mullistusten vuoksi. (Rassi, Hyvärinen, Juslén, Kempainen, Uddström & Liukko, 2019, s.41)

Tärkeimpiä pölyttäjähönteisten elinympäristöjä Suomessa ovat perinnebiotoopit. Suomessa perinnebiotoopit alkoivat vähentyä 1900-luvun vaihteesta ja vähentyminen on jatkunut tähän päivään asti. Niittyalueita raihattiin pelloiksi ja rehuntuotanto siirtyi perinteisistä ympäristöistä pelloille. Vielä 1960-luvulla perinnebiotoopit olivat varsin yleisiä, mutta teho maatalouden myötä viimeisten vuosikymmenien aikana perinnebiotooppien määrä on kutistunut huomattavasti. Nykyinen määrä on alle prosentti 1900-luvun vaihteen tilanteesta. Vuosina 1992–1998 tehdyssä valtakunnallisessa perinnemaisemien inventointiprojektissa kartoitettujen perinnebiotooppien tila osoittautui huonommaksi, kuin alun perin oli arvioitu. Arvokkaita perinnebiotooppeja löytyi selvästi odotettua vähemmän ja suuressa osassa myös alueen monimuotoisuus oli kärsinyt. (Vainio, Kekäläinen, Alanen & Pykälä, 2001, s.114) Perinnebiotooppien uhanalaistumisen syitä ovat mm. perinteisen niittämisen ja laiduntamisen loppuminen, alueiden rehevöityminen, metsittäminen, pellonraivaus, rakentaminen ja vieraslajien leviäminen alueille. (Raunio, Schulman & Kontula, 2008 s.411) Kaikki perinnebiotoopit ovat syntyneet ihmisen aktiivisen toiminnan tuloksena, joten myös niiden säilyminen vaatii jatkuvaa hoitoa. Arvokkaiden perinnebiotooppien pinta-ala ja nykyinen hoidon taso eivät kykene turvaamaan perinnebiotooppien ja niiden eliölajiston monimuotoisuuden säilymistä. (Vainio ym., 2001, s.116-117)

Rakennetuille ympäristöille on ominaista lajikäyhyys ja heikko monimuotoisuus. Jo pelkästään rakennusmateriaalien ja käytetyn kasvilajiston suppeus antaa huonot lähtökohdat monimuotoisuuden kehittymiselle kaupunkiympäristössä.

Perinteinen puutarhanhoito ja sen työskentelytavat ovat myös omiaan vähentämään ympäristön monimuotoisuutta. Rakennetun ympäristön viheralueet pidetään siisteinä. Viheralueiden kliinisyys ja esimerkiksi lehti- ja risukasojen häviäminen on vähentänyt samalla hyönteisille sopivien suoja- paikkojen määrää. Lahopuuta ei kaupunkiympäristössä paljon esiinny. Lahoava puuaines on kuitenkin tärkeä ravinto, pesä- ja lisääntymispaikka monille eliölajeille kuten hyönteisille ja sienille. (Kalpala, 2018, s.56, 58) Ongelma on näkyvä myös talousmetsissä. Suomen lajien uhanalaisuus 2019 -arvion (Rassi ym., 2019, s.47) mukaan lahoppuun määrän väheneminen on ollut yksi merkittävistä syistä metsien eliölajien vähentymiselle. Suomessa elää satoja lajeja, jotka käyttävät elinkaarensa jossakin vaiheessa lahoppuuta ravinnon lähteenään.

2.2 Pölyttäjäkato

Hyönteiset ovat välttämättömiä koko ekosysteemin toiminnalle. Ne pölyttävät, ovat ravintona lukuisille eliöistölle ja kierrättävät ravinteita. (Carlington, 2019) Euroopan unionin alueella viljellään lähes 300 kasvilajia, joiden sadosta 84% tiedetään olevan riippuvainen mesipistiäisten pölytyksestä. Vuotuinen pölytysarvo, Euroopan Unionin alueella, on laskettu olevan noin 5 miljardia euroa. (Söderman & Leinonen, 2003, s.11) Maailmanlaajuisesti vuotuinen pölytysarvo on arviolta noin 153 miljardia euroa. (Suomen Mehiläishoitajan Liitto, 2012) Suomalaistenkin viljelykasvien mesipistiäisten pölytysarvo, mukaan lukien kotitarveviljely, on noin 63,5 miljoonaa euroa. Metsämarjojen (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*) pölytysarvo 3,9 miljoonaa euroa. (Lehtonen, 2012, s.42) Suurin merkitys mesipistiäisillä onkin juuri luonnonvaraisten kukkakasvien lisääntymiselle, sillä tätä kautta ne vaikuttavat kokonaisten ekosysteemien toimivuuteen. Mesipistiäiset ovat merkittävä indikaattoriryhmä, joiden esiintyminen ja puuttuminen ilmaisee elinympäristön vointia. Ihmisen kesyttämästä mesipistiäislajista, tarhamehiläisestä (*Apis mellifera*), on tullut monien tärkeiden viljelykasvien pölyttäjä. Se kuitenkin kykenee vain osittain korvaamaan villimehiläisten pölytyksen ja on myös monia luonnonkasveja, joita se ei kykene lainkaan pölyttämään. (Söderman & Leinonen, 2003, s.5, 11)

Tarhamehiläisyhdyskuntien luontaisia joukkokuolemia on havaittu tapahtuvan ajoittain. Massakuolematapaukset on yleensä todettu aiheutuneet erinäisistä tauti-, virus- ja loisepidemioista tai näiden yhteisvaikutuksesta. (Savolainen, 2018, s.157-158.) Ajoittaisten luontaisista syistä aiheutuvien massakuolemien on havainnointu olevan osa luonnollista kannan vaihtelua. Kuitenkaan viime vuosikymmenenä havainnoituja laajamittaisia pölyttäjähyönteisten vähentymisiä ja häviämisiä nämä eivät selitä.

Pölyttäjien katoamiseen ei voida antaa yhtä yksiselitteistä vastausta vaan sen voidaan katsoa aiheutuneen usean eri tekijän yhteisvaikutuksesta. Elinympäristöjen muutokset, kasvinsuojeluaineet, vieraslajit ja niiden

avulla leviävät taudinaiheuttajat, ilmastonmuutos ja monet muut potentiaaliset uhat vähentävät luontaisten pölyttäjien elinmahdollisuuksia. Pölyttäjäkatoa alettiin puhua toden teolla 2000-luvun puolivälissä. Tällöin Yhdysvalloissa oli herätty tarhattujen mehiläisten runsastuneeseen kuolleisuuteen. Samoihin aikoihin havahduttiin myös muiden pölyttäjien vähentyneen. (Savolainen, 2018, s.166, 157-158)

Uusin pölyttäjäkatoa koskeva tutkimuskatsaus on julkaistu vuoden 2019 alussa ja se on koonnut yhteen 73 tutkimusta hyönteisten määrän muutoksista viime vuosikymmenillä. Suuri osa tutkimuksista oli tehty Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Vain muutama mukaan otettu tutkimus oli, joltakin muulta mantereelta. Sánchez-Bayon ja Wyckhuysin laatimassa tutkimuskatsauksessa selvisi, että yli 40 % hyönteislajeista uhkaa sukupuutto ja kolmasosa on vaarantunut. Hyönteisten kokonaismassan on arvioitu pienenevän maailmanlaajuisesti 2,5 prosentilla vuodessa. Eniten kärsineet taksonit ovat pistiäiset (*Hymenoptera*), perhoset, (*Lepidoptera*) ja kovakuoriaiset (*Coleoptera*). Näihin kolmeen ryhmään kuuluu suuri osa maapallon eläinpölyttäjistä. Pahimmin voidaan katsoa kärsineen *Lepidoptera*-lahkon eli päivä- ja yöperhoset. Tutkimuskoosteen merkittävimpiä havaintoja olivat, että esim. Englannissa perhoslajien määrä on laskenut vuosien 2000-2009 aikana jopa 58%. Myös mehiläislajien häviämistähti on ollut paikoin nopeaa. Toisena esimerkkinä Yhdysvalloissa, Oklahomassa vuosina 1949-2013 tehdyn seurannan aikana mehiläislajisto on vähentynyt puolella. Hyönteisten sukupuuttoaallon on arvioitu olevan kahdeksan kertaa nopeampi kuin nisäkkäillä. (Carrington, 2019)

2.2.1 Elinympäristöjen muutokset

Ihmisten elinympäristön laajentumisella on ollut merkittävin vaikutus luonnonvaraisten pölyttäjien määrään ja esiintyvyyteen. Maankäytön muutosten vuoksi luonnonvaraisten pölyttäjien monimuotoisuus ja elinympäristöt ovat vähentyneet huomattavasti. Rakennettu ympäristö, maanviljely, metsätalous mm. ovat tehneet ihmisen vaikutuspiirissä olevista alueista kliinisempiä ja biodiversiteetiltään köyhempiä. Lahopuiden vähentyessä myös hyönteisten luontaiset pesäpaikat ovat vähentyneet. Rakennettu ympäristö ei pysty useallekaan mesipistiäislajille tarjoamaan luontaisia elinympäristöjä korvaavia elinympäristöjä. (Savolainen, 2018, s.69, 164.) Uusimpien tutkimusten mukaan suurin syy pölyttäjien katoon on maatalouden tehotuotanto ja tätä kautta elinympäristöjen häviäminen ja yksipuolistuminen. Yksilajinen pelto antaa ravintoa loppupeleissä hyvin suppealle määrälle pölyttäjälajeista. Se on myös taudinaiheuttajien suhteen myös hyvin haavoittuvainen. (Carrington, 2019)

2.2.2 Vieraslajit

Yksi yleismaailmallinen uhka kunkin alueen ekosysteemille ovat vieraslajit. Vieraslajit ovat lajeja, jotka ovat ihmisen toiminnan seurauksena levinneet tahattomasti tai tarkoituksella luontaiselta alueeltaan toiselle alueelle. (Maa- ja metsätalousministeriö n.d.) Usein vieraslajit sopeutuvat huonosti uuteen elinympäristöönsä ja häviävät nopeasti. Joskus kuitenkin vieraslajit vakiintuvat osaksi uutta elinympäristöä ja syrjäyttämällä paikallisia lajeja, risteytymällä näiden kanssa tai muuten häiritsemällä ekosysteemin tasapainoa vieraslajit voivat olla uhka alueen ekosysteemille. (Kalpala, 2018, s.129) Lajeja leviää uusiin elinympäristöihin myös omin voimin. Näitä lajeja kutsutaan tulokaslajeiksi. (Maa- ja metsätalousministeriö n.d.)

Ihmisen kesyttämä tarhamehiläinen (*Apis mellifera*) on sekä vieraslaji että paikoin tulokaslaji. Pölyttäjäpalvelujen käyttö viljelmillä syrjäyttää tehokkaasti alueen muita pölyttäjähönteisiä. Alueilla, joihin tuodaan uusia mehiläisyhdyskuntia, on havaittu luontaisten pölyttäjien häviämistä. Tarhamehiläiset kilpailevat luontaisten pölyttäjien kanssa samoista resursseista. Laji on moniruokainen ravintokasviensa suhteen ja se on myös huomattavan tehokas suuren yhdyskuntansa ansiosta. Muut pölyttäjät, erityisesti tiettyjen kukkien pölyttämiseen erikoistuneet lajit, jäävät ravinnonhankinta vauhdissaan toiseksi. Esimerkiksi luonnonvaraisten kimalaisten kanssa tarhamehiläiset käyttävät 90 % samoja ravintokasveja, mutta tehokkuudeltaan huomattavasti pienemmät kimalaisyhdyskunnat ovat heikompia. (Savolainen, 2018, s.164) Alueilla, joilla luontaiset pölyttäjähönteiset ovat vähentyneet, on huomattu toisen pölyttäjälajin korvanneen tuhoutuneen jättämän ekologisen aukon. Korvaava laji on usein luontainen, mutta voi olla myös ihmisen levittämä. Tehokkaana lajina tarhamehiläisten voidaan katsoa täydentävän joidenkin alueiden jo olevaa pölyttäjävajautta ja täydentävän avoimet ekologiset aukot. (Carrington, 2019). Yksi ainut laji pölytyksen takaajana tekee järjestelmästä kuitenkin haavoittuvasen. Usein uudelle alueelle tuodut tarhamehiläiskannat tuovat mukanaan taudinaiheuttajia, jotka vahingoittavat sekä luontaisia pölyttäjäkantoja, että tekevät myös omasta kannastaan hyvin haavoittuvasen. (Savolainen, 2018, s.164) Kasvihuoneita pölyttävien mehiläisten ja kimalaisten kansainvälinen kauppa on yleistynyt. Monet taudit ovat tätä kautta levinneet myös luonnon pölyttäjiin. (Vairimaa, 2015)

2.2.3 Ilmastonmuutos

Ilmastonmuutoksen on arveltu olevan yksi merkittävistä syistä luonnonvaraisten pölyttäjien vähentymiseen. Ilmaston muutoksen muuttaessa elinympäristöjä, tulee se vaikuttamaan suuresti myös luontaisiin pölyttäjäkantoihin. (Carrington, 2019) Ilmaston lämpeneminen johtaa usein eteläisten lajien leviämiseen pohjoisemmille alueille. Uudet lajit voivat syrjäyttää

kylmempien seutujen lajit ja sysätä ne sukupuuttoon. Tämä johtaa alueiden lajikirjon pienenemiseen ja luontotyyppien samankaltaistumiseen. (Parkkinen, Paukkunen & Teräs, 2018, s.59)

Erittäin paljon ilmastonmuutos vaikuttaa alueilla, joilla ilmasto on hyvin tasainen esim. trooppiset alueet. Tämän kaltaisten alueiden ekosysteemit ovat tottuneet hyvin tasaiseen ilmastoon ja näin ollen suuret muutokset ilmastossa vaikuttavat paljon alueiden eliöstöön. (Carrington, 2019) Luontaisten kasvilajien vähentyessä pölyttäjät joutuvat yhä enemmän turvautumaan viljelykasveihin. Suuret viljelykasvipinta-alat houkuttelevat pölyttäjiä, mutta peltokasvien kukinta ajan ulkopuolella on vaikea löytää ravintokasveja peltoalueiden vallattua luontaiset elinympäristöt. Rikkakasvien tehokas torjunta takaa peltojen vierustojen olevan lajistoltaan köyhää eikä luonnonvaraisia mesikasveja löydy helposti. Pellon reuna-alueen pölyttäjähyönteisten esiintyvyys kertoo ympäristön monimuotoisuudesta paljon. (Savolainen, 2018, s.164)

2.2.4 Torjunta-aineet ja muut kemikaalit

Epäilyksiä kasvinsuojeluaineiden haitallisuudesta pölyttäjille alkoi ilmetä 1990-luvun aikana. Viljelijät havainnoivat tarhamehiläisten käyttäytyvän oudosti. Ne esim. kerääntyivät ryhmiksi osaamatta mennä mihinkään tai lentelivät päämäärättömästi löytämättä pesiinsä takaisin. Mehiläisten määrän havaittiin vähentyneen ja niitä löytyi kuolleena pesien ympäristöstä. (Savolainen, 2018, s.158) Kaksi uutta tuhohyönteisten torjunta ainetta oli tullut markkinoille vuosikymmenen alkupuolella: neonikotinoidit ja fiproniili. Molemmat ovat laajavaikuttaisia hyönteismyrkkyjä. (Carrington, 2019)

Markkinoille tullessaan ne olivat aiempia torjunta-aineita tehokkaampia ja käyttömäärä oli vähäisempi. Peittausaineina käytettävät neonikotinoidit kehitettiin alun perin ajatuksella, että ne ovat pölyttäjähyönteisten kanalta hyviä. Päiväaikaan ruiskutettavien torjunta-aineiden haitat lentäville hyönteisille ovat suuret. Hyönteismyrkyn ollessa peitatuissa siemenissä, tätä riskiä ei ole. Siementen peittaus vähentää myös myöhemmin tehtäviä torjunta-aineruiskutuksia. Kyseisten torjunta-aineiden huomattiin pian kuitenkin vaikuttavan myös kasveja imeviin ja pureviin hyönteisiin. Vuosien saatossa lukuiset tutkimukset ovat tukeneet havaintoja haittavaikutuksista. Peitattaessa kasvin siemen torjunta-aineella, torjunta-aine levittyy koko kasviin, juurista siitepölyyn asti, kaikkialle kasvisolukoon. (Savolainen, 2018, s.158-160)

Fiproniilia käytetään tuhohyönteisten torjunnassa ruiskuttamalla ainetta viljelmille. Sen on havaittu olevan vaarallinen etenkin hyönteisille ja linnuille. Se on myöskin erittäin myrkyllinen vesieliöstölle sekä haitallinen ihmisille. (Työterveyslaitos, 2018) EU kielsi fiproniilin käytön maanviljelyk-

sessä vuonna 2017 (Ferreirim, 2017). Neonikotinoidi-pohjaisten hyönteismyrkkujen käyttö maanviljelyssä loppui vuoden 2018 loppuun mentäessä. Tosin kasvihuoneissa neonikotinoidit ovat vielä sallittuja. (Carrington, 2018)

Torjunta-aineiden, jotka sisältävät suuren annoksen neonikotinoideja, on todettu olevan pölyttäjille äkillisesti tappavia. Laboratorio- sekä semi-kenttäkokeissa on havainnointu pienten annosten vaikutusta esim. mehiläisen käyttäytymiseen. Mehiläisillä on havaittu muutoksia hengityksessä, sydämen toiminnassa, immuunijärjestelmässä, ravinnon keruussa, muistissa, oppimisessa sekä pesän puhtaanapidossa. Myös mehiläisen kehityksessä munasta aikuiseksi on havaittu hidastumista. Neonikotinoidien vaikutusta myös luonnonvaraisiin pölyttäjähönteisiin on tutkittu kenttäkokeissa ja tulokset ovat olleet varsin negatiivisia. Neonikoidit kasaantuvat maaperään ja liikkuvat sieltä niin luonnonvaraisten kuin viljeltyjen kasvien käyttöön. Ne kerääntyvät myös sekä pohja- että pintavesiin. Neonikotinoidien vaikutus ulottuu hyönteisten ja kasvillisuuden kautta muihin eläimiin esim. hyönteissyöjälintujen määrän on havainnointu vähentyneen neonikotinoidien käyttöönnoton jälkeen. (Savolainen, 2018, s.160-161.)

Myös Suomessa hyönteispölytteisillä viljelykasveilla on huomattu pölytysvajetta. Vuosina 2005-2010 Suomessa seurattiin mehiläisten ja viljelyalojen suhdetta. Seurannan alussa oli jo pientä vajetta tarhamehiläisten määrässä, mutta tarkkailujakson lopussa 2010 tilanne oli huono. Mehiläiset pystyivät hoitamaan vain neljänneksen pölytystarpeesta. Torjunta-aineiden vaikutusta asiaan on tutkittu, mutta myös yhtenä syynä on tarhamehiläisten vähentymiseen ollut viljelypinta-alan kasvu suhteessa mehiläistarhaukseen, joka on seuranta-aikana vähentynyt. (Vairimaa, 2015) Kuitenkin myöhemmin vuonna 2017 tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että osassa maasta hyönteispölytteisten viljelykasvien satotasot ovat jatkuvasti heikentyneet viimeisten 10-20 vuoden aikana. Tarhattujen pölyttäjien osuus hyönteispölytyksen kokonaisuudesta vaihtelee Suomessa noin 1 %-50 % välillä. Suuressa osassa Suomea hyönteispölytteisten viljelykasvien pölytyksen onnistuminen on arviolta lähes yksinomaan luonnonpölyttäjien varassa. Pölytysvajeen havaittiin johtuvan ensisijaisesti luonnonpölyttäjien kadosta. Yhteys pölytysvajeelle löytyi neonikotinoidi-pohjaisten kasvinsuojeluaineiden laajamittaisesta ja jatkuvasta käytöstä. Esim. Rypsin satotaso on alentunut viimeisten 20 vuoden aikana juuri sen verran, mikä hyönteispölytyksen osuus sadonmuodostuksesta on. (Hokkanen, Menzler-Hokkanen & Keva, 2017)

Mehiläispesistä on löydetty kymmeniä ja jopa satoja eri maatalouskemiikaaleja ja niiden hajoamistuotteita. Medestä, siitepölystä ja lopputuotteesta, hunajasta on löytynyt esim. tuhohyönteisten-, rikkaruohojen- ja sienitautien torjunta-aineita. Myös muuntogeenisiltä kasvilajeilta kerätyssä siitepölyssä on mukana muuntogeenisiä aineksia. Löytyneiden torjunta-aineiden laatu riippuu siitä mistä hyönteiset ovat keränneet meden ja siitepölyn. Torjunta-aineet päätyvät lopulta siis myös hunajatuotteisiin

asti. Tarhamehiläisten on havaittu kestävästi paremmin torjunta-aineita. Jälöstetut tarhamehiläiset ovat siedettyneet maatalousympäristön kemikalleille. (Savolainen, 2018, s.54, 159, 161-162.)

Ympäristön saastumisen on havainnointu vaikuttavan monin tavoin hyönteisiin ja hyönteisten vähenemistä onkin käytetty useasti ympäristön saastumisen indikaattorina. (Mikkola & Tanner, 2001, s.8) Esim. Useiden perhoslajien tummien eli melanististen yksilöiden värin muutoksella on havaittu olevan yhteyttä asutuksen laajenemiseen ja teollisuuteen. Tätä ns. teollisuusmelanismia esiintyy saastuneilla alueilla. Mitä suurempia saaste-laskeumia on havaittu, sitä tummempia perhosia alueilta on havaittu. (Hanski ym., 1998, s.121) Monien hyönteisten esiintyvyydestä voidaan päätellä ympäristön tilaa. Ympäristönmuutoksen indikaattorina perhoset ovat hyödyllisiä. Niiden avulla ennustetaan esim. ilmaston lämpenemistä; seuraamalla lajien leviämistä pohjoiseen ja havainnoimalla keväisten lentoaikojen aikaistumista. (Mikkola & Tanner, 2001, s.8)

3 KASVIEN SUVULLINEN LISÄÄNTYMINEN JA PÖLYTYS

Kasvit voivat lisääntyä sekä suvullisesti sukusolujen avulla tai suvuttomasti jakautumalla esim. muodostamalla rönsyjä. Suvullisen lisääntymisen lopputulemana on hedelmä ja siemen, josta kasvaa uusi kasviyksilö. Suvullisen lisääntymisen etuna on se, että se lisää perimän monimuotoisuutta. Tässä kappaleessa tutustutaan kasvin suvulliseen lisääntymiseen.

Siemenkasvin kukat tuottavat koiras- ja naaraspuolisia sukusoluja. Hedelmän ja siemenen muodostuksen edellytyksenä on hedelmöitys, jonka saa aikaiseksi pölytys. Pölytys tapahtuu tuulen tai jonkin välittäjän; hyönteisten, lintujen tai lepakoiden välityksellä. Pölytyksen ja hedelmöityksen jälkeen siemenaiheet alkavat kehittyä.

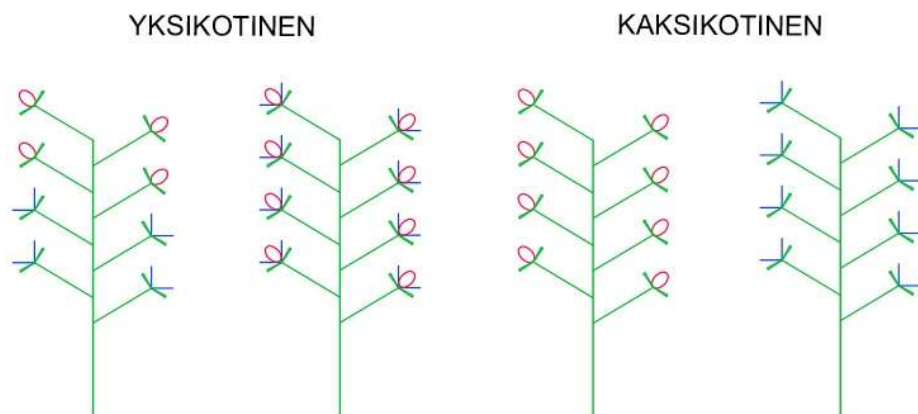
Siemenkasvit voidaan jaotella karkeasti koppisiemenisiin ja paljassiemeniisiin kasveihin. Koppisiemenisellä kasvilla hedelmöitettävät siemenaiheet ovat emiön suljetussa sikiäimessä. Siementen kypsyessä sikiäimestä muodostuu hedelmä. Paljassiemienisten kasvien siemenet kehittyvät paljaina emilehtien pinnalla. Paljassiemieniset kasvit ovat pääsääntöisesti tuulipölytteisiä, eikä niillä ole tarvetta esim. näyttäville terälehdille pölyttäjien houkuttelemiseksi. Tässä kappaleessa tutustutaankin lähinnä koppisiemenisten kasvien kukan rakenteeseen. Pölyttäjiä kukkaan houkuttelevia tekijöitä ovat; väri, muoto, tuoksu tai rauhaseritteet. (Terävä & Kanervo, 2008, s.133, 150.)

Kasvi voi olla yksi- tai kaksineuvoinen kts. Kuva 1. ja myös yksi- tai kaksikotinen. kts. Kuva 2. Useimpien siemenkasvien kukat ovat kaksineuvoisia. Tällöin hetiö ja emiö sijaitsevat samassa kukassa. Yksineuvoisien kasvien kukissa on vain joko hetiö tai emiö. Kun taas hede- ja emikukat sijaitsevat

samassa kasviyksilössä on kasvi yksikotinen. Kasvi on kaksikotinen kun hede- ja emikukat sijaitsevat kasvilajin eri kasviyksilöissä. Tästä jaottelusta on myös poikkeuksia. Joillakin kasvilajeilla samassa kasviyksilössä voi olla sekä yksi- että kaksineuvoisia kukkia ja joillakin lajeilla osa kukista voi olla neuvottomia eli kasveja ilman hetiötä tai emiötä.



Kuva 1. Kasvin kukat voivat olla yksi tai kaksineuvoisia. Mukailtu Pérezin (Pérez, 2006) mukaan. Nora Ruuth.

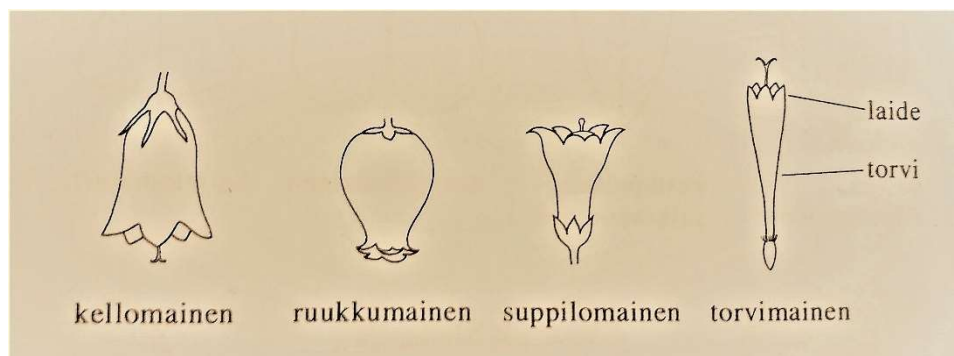


Kuva 2. Kasvit voivat olla moneen tapaan yksi- tai kaksikotisia. Mukailtu Pérezin (Pérez, 2006). mukaan. Nora Ruuth.

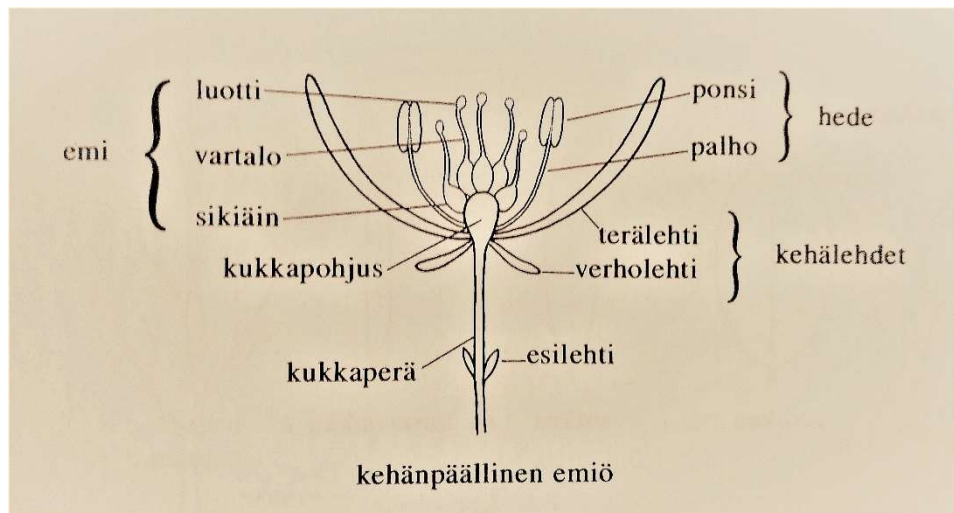
Jotkin kasvilajin yksilöt voivat olla itsepölytteisiä. Nämä yksilöt pystyvät pölyttämään itse itsensä omalla siitepölyllään. Useimmat kasvit ovat kuitenkin ristipölytteisiä, jolloin kasvi tarvitsee hedelmöityäkseen toisen kasviyksilön siitepölyä. (Terävä & Kanervo, 2008, s.136.)

3.1 Kukan rakenne

Kukassa on neljänlaisia kukkalehtiä; verholehtiä, terälehtiä, hedelehtiä ja emilehtiä. Nämä lehdet ovat kiinnittyneet kukkapohjuksen ympärille samankeskisinä kerroksina. Eri kasvilajeilla kukkalehtien rakenteet poikkeavat toisistaan paljon. Esim. kehälehdet voivat olla kiinnittyneet emiön alatai yläpuolelle. Jotkin kasvinosat saattavat olla esim. muuttuneita tai puuttua kokonaan. Kukat voivat olla kooltaan pienimmillään noin millimetrin luokkaa ja suurimmillaan lähes metrin. Kukat kiinnittyvät versoon kukkaperien avulla, joskus myös ilman. Useamman vierekkäisen kukan muodostumaa kutsutaan kukinnoksi. Jokainen pieni vivahde tuo eri kasvilajien ulkonäköön oman vaihtelunsa. (Terävä & Kanervo, 2008, s.134-136.)



Kuva 3. Kukkien ja terälehtien muoto vaihtelee suuresti kasvilajeittain. (Hämet-Ahti, Palmén, Alanko, Tigerstedt, 1992, s.344) (Koistinen, M.)



Kuva 4. Kukan rakenne. (Hämet-Ahti ym., 1992, s. 344) (Koistinen, M.)

Verholehtien tehtävänä on suojata nupulla olevan kukan sisäosia. Joillakin kasveilla ne toimivat suojana vielä valmiissa kukassakin. Toisilla kasveilla verholehdet putoavat kukan muodostuessa tai toimivat ns. koristeena ja

pölyttäjähönteisten houkuttimena muuttuen esim. haiveniksi tai näyttäviksi värikkäiksi lehdiksi. (Terävä & Kanervo, 2008, s.135)

Terälehtien tehtävä on pölyttäjien houkuttelemine kukkaan. Tämän vuoksi hönteispölytteisten kasvien terälehtien muodon ja rakenteen vaihtelu on suurta. Ne ovat usein ohuita ja värikkäitä. Terälehdet säilyvät kasvissa usein hedelmöitykseen saakka, jonka jälkeen ne lakastuvat ja varisevat pois. Mesi erittyy mesinystyistä yleensä terälehtien pullistumina syntyneisiin säiliöihin tai kannuksiin. Terälehtien epidermisolut voivat erittää eeterisiä öljyjä. Pölyttäjät oppivat tunnistamaan nämä eri kukkien kasvialityypilliset tuoksut ja suunnistavat näiden avulla kukkaan. Mehiläiset tuovat tuoksuja mukanaan myös pesään ja viestivät näin muille pesän asukkailla missä kukissa kannattaa milloinkin käydä. (Terävä & Kanervo, 2008, s.136)

Kukan mettä tuottavia rauhasia kutsutaan mesiäisiksi. Mesiäiset eli mesinystyt sijaitsevat yleensä kukissa erityisesti verho- tai terälehtien tyvessä ja myös näihin liittyvissä ulokkeissa. Niitä voi kuitenkin olla myös kasvullisissa osissa. (Tieteen termipankki n.d) Mesi on suurimmaksi osaksi sokerivettä, mutta siinä on myös hieman proteiineja, entsyymejä ja vitamiineja. Meden sokeripitoisuus ja koostumus vaihtelee suuresti eri kasvilajeilla. (Mikkola & Tanner 2001, 92)

Siitepölyssä on runsaasti ravinteita. Noin 16-30% on valkuaisaineita ja muut ainesosat ovat tärkkelys, sokerit, rasvat ja tuhka-aineet. Kasvi joutuu käyttämään siitepölyn tuottoon typpi- ja fosforivarastojaan. Eläinpölytteisen kasvin siitepölyn pinta on epätasainen ja usein myös tahmea, jotta se tarttuisi paremmin pölyttäjän karvoitukseen. Siitepölyn pinnassa on myös heikko negatiivinen sähkövaraus. Pölyttäjän kehossa taas on positiivinen sähkövaraus. Tämä auttaa siitepölyhiukkasia siirtymään pölyttäjän karvoitukseen. (Parkkinen ym., 2018, s.36) Useat mesipistiäiset hyödyntävätkin siitepölyn tarttuvuutta ja pärisevät voimakkaasti kukassa, ravistaakseen siitepölyt alas heteistä turkilleen. (Mikkola & Tanner, 2001, s.56)

Hetiö muodostuu heteistä. Hede on kasvin koiraspuolinen lisääntymisrakenne, joka muodostuu kahdesta osasta; palho ja ponsi. Palho on heteen varsi. Sen sisällä kulkee tavallisesti yksi johtojänne. Palhot voivat olla yhteen kasvaneita tai kasvaneet kiinni emiön vartaloon. Ponsi on kaksipuolinen siitepölylokerikko eli mikrosporangio. Yhteensä ponnessa on neljä siitepölylokeroa. Siitepölyhiukkasan emosoluja syntyy siitepölylokerikkoon jo ponnin kehityksen varhaisessa vaiheessa. Siitepölyhiukkaset syntyvät näiden emosolujen jakautuessa. Neljä siitepölyhiukkasta jää jakautumisen jälkeen kiinni toisiinsa ryhmäksi eli siitepölytetradiksi. Myöhemmin ryhmä joko jakautuu erillisiksi siitepölyhiukkasiksi tai pysyy yhtenäisenä pölymyhkynä eli polliniona. Siitepölyhiukkaset ovat suhteellisen suuria, tahmeita tai piikkäitä, jotta ne helposti tarttuisivat pölyttäjähönteisiin ja kulkeutuisivat seuraavaan kukkaan. (Terävä & Kanervo, 2008, s.142-144)

Emiö on kukan naaraspuolinen lisääntymisrakenne. Koppisiemenisen kasvin emiö koostuu yhdestä tai useammasta emilehdestä, jotka voivat olla erillisiä tai yhteen kasvaneita. Emiön kolme perusosaa ovat luotti, vartalo ja sikiäin. Luotti on siitepölyhiukkasten laskeutumisalusta. Luotissa on rauhassoluja, jotka erittävät siitepölyhiukkasen itämistä edistäviä aineita. Emiön vartalon pää tehtävänä on johdattaa solukossaan kasvavaa siitepölyhiukkanen siiteputkea pitkin hedelmöitysvalmiiseen alkiorakkoon. Sekä vartalo ja luotti voivat olla toisistaan erillisiä tai yhteen kasvaneita. Sikiäin on emiön suurin osa ja sen rakenne on pullea ja ontto. Sikiäimen ontelossa sijaitsevat siemenaiheet, jotka ovat kiinnittyneet napasuonella istukkaan. Siemenaiheen sydämeen kehittyy alkiorakko. Siemenaiheen kalvojen kärjessä on, aukko eli siitereikä, jonka kautta itävän siitepölyhiukkasen siitin työntyy alkiorakkoon ja vapauttaa koiraspuoliset sukusolut hedelmöitystapahtumassa. (Terävä & Kanervo, 2008, s.137-139)

Useimpien kukkienrakenne on sellainen, että pölyttäjän pääsy mesivarastoon edellyttää kosketusta heteisiin tai emin luottiin. (Parkkinen ym., 2018, s.44) Emi ja heteet ovat ristipölytyksen helpottamiseksi eri tasossa, emi sisempänä ja heteet ulompana, jotta siitepöly tarttuisi pölyttäjään ja pölyttäisi vasta seuraavan kukan. (Mikkola & Tanner, 2001, s.54)

3.2 Pölytystapahtuma ja sen tärkeys

Pölytys tapahtuu, kun siitepöly joutuu emiön luotille, jonkin välittäjän mm. eläimen, tuulen tai veden avulla. Suurin osa kasveista pölyttyy eläinpölytyksen avulla ja hyönteiset ovat tärkeimpiä siitepölyä kuljettavia eläimiä. Tärkeimpiä pölyttäjähönteisiä ovat mehiläiset (*Apis*), kimalaiset (*Bombus*), kukkakärpäset (*Syrphidae*), perhoset (*Lepidoptera*) sekä monet kovakuoriaiset (*Coleoptera*) ja kärpäset (*Brachycera*). (Kalpala, 2018, s.145) Tehokkaimpina voidaan pitää *Apis*-suvun lajeja; tarhamehiläistä, erakkomehiläisiä sekä kimalaisia. Noin kolmannes ihmisen viljelemästä ruuasta, tulee kasveista, jotka ovat hyönteispölytteisiä. Ihmisravinnon pääsatokasveja on 87 ja vain 27 näistä eivät ole eläinpölytteisiä. Maatalous-ekosysteemissä kasveja pölyttävät sekä luonnonvaraiset, että tarhatut hyönteiset. (Savolainen, 2018, s.63)

Eläinpölytteisille kasveille kehittyneet ominaisuudet houkuttelevat pölyttäjiä kukkiin. Eläinpölytteisen kukan siitepölyhiukkanen on suhteellisen suuri ja tahmea ja niissä on usein piikkejä tai ulokkeita, joilla ne tarttuvat helpommin pölyttäjän pintaan. (Kalpala, 2018, s.145) Pölyttäjä lentää seuraavaan kukkaan ja siitepöly päättyy lopulta toisen saman kasvilajin yksilön kukkaan. Emiön luotilla siitepölyhiukkaset ensin imevät kosteutta eli hydratoituvat. Samalla luotilla itää useampi siitepölyhiukkanen. Lopulta siitepölyhiukkaset alkavat kasvattaa siiteputkea emiön vartalon läpi kohti alkiorakkoa. Tapahtuma kestää, kasvilajista riippuen, minuuteista kuukausiin. (Terävä & Kanervo, 2008, s.146) Pölytyksellä on suuri merkitys satoon

ja sen laatuun. Pölytyksen epäonnistuttua sadosta tulee kooltaan pienempi ja marjat sekä hedelmät ovat epämuodostuneita. Pölytyksen onnistuttua sato kehittyy ja kypsyy yhtäaikaaisesti. Myös siemenet ovat tällöin hyvin kehittyneitä ja niiden itäminen taattu. (Kalpala, 2018, s.149)

4 PÖLYTTÄJÄHYÖNTEISET

Pölyttäjähönteisiksi kutsutaan useita eri hönteislajeja. Yhdistävänä tekijänä näiden lajien välillä on, että ne käyttävät kaikki kukan mettä, siitepölyä tai kasvinosia ravinnokseen ja ruokaillessaan kuljettavat siitepölyä kukasta toiseen. Pölyttäjät käyttävät kukasta eri tuotteita. Suuri osa mettä tai siitepölyä, mutta myös esim. kukan osia syövät hönteiset onnistuvat toimillaan pölyttämään kukkia.

Tehokkaimpia pölyttäjähönteisheimoja ovat mesipistiäiset (*Apoidea*). Myös perhoset (*Lepidoptera*) ovat tehokas kasveja pölyttävä heimo. Lisäksi myös suuri joukko erilaisia hönteisheimoja ja lajeja toimii kukkien pölyttäjinä, mutta osa näistä on ihmiselle tuntemattomia.

Ainakin näiden lajien on havainnoitu toimivan pölyttäjinä; kukkakärpäset (*Syrphidae*), kärpäset (*Brachycera*), kovakuoriaiset (*Coleoptera*), ripsiäiset (*Thysanoptera*), ampiaiset (*Vespidae*), muurahaiset (*Formicidae*). (Vairimaa, 2015) Mesipistiäisistä tehokkaimpia pölyttäjinä ovat mehiläissuvun (*Anthophila*) ja kimalaissuvun (*Bombus*) sosiaaliset lajit. Ainoa ihmisen kesyttämä pölyttäjälaji on tarhamehiläinen (*Apis mellifera*). Lajia on jalostettu ja kehitetty tehokkaaksi hunajantuottajaksi ja pölyttäjäksi. (Mikkola & Tanner, 2001, s.56)

Kasvipopulaatioiden ja hönteispopulaatioiden väliset suhteet ovat hyvin monimutkaisia. Kasvit ja hönteiset ovat kehittyneet yhtäaikaaisesti koevoluutiossa. Tämä vastavuoroinen vaikutus toistensa evoluutioon on alkanut noin 65 miljoonaa vuotta sitten. Koevoluution vaikutuksesta hönteis- sekä kasvimaailma on kehittynyt hyvin monimuotoiseksi niin lajistoltaan kuin ulkonäöltään. (Mikkola & Tanner, 2001, s.53)

4.1 Mesipistiäiset (*Apoidea*)

Pistiäisiin (*Hymenoptera*) kuuluvat mesipistiäiset (*Apoidea*) ovat mehiläis- ja kimalaislajeja, jotka keräävät mettä ja siitepölyä omaksi ja toukkien ravinnoksi, pölyttäen samalla kasvien kukkia. (Söderman & Leinonen, 2003, s.11)

Mesipistiäiset ovat usein tukevarakenteisia ja karvaisia ja niiden koko vaihtelee 1,5–40mm välillä. Suomessa esiintyvien lajien kokovaihtelu on 4–

30mm välillä. Ominaispiirteistä mesipistiäisille on, että useimpien lajien naarailta on munanasettimesta kehittynyt pistin, johon avautuu myrkkynauhanen. Pistintä käytetään puolustautumiseen. (Söderman & Leinonen, 2003, s.11) Mesipistiäiset ovat monimuotoinen heimo ja niissä esiintyy myös paljon populaation sisäistä monimuotoisuutta. Muun muassa kimalaislajien karvapeitteen väri muuntelee usein suuresti ja lajien erottaminen toisistaan voi olla haasteellista. (Söderman & Leinonen, 2003, s.37)

Mesipistiäisiä esiintyy Euroopassa noin 2000 lajia, joista Suomessa elää noin 220 lajia. Näistä suuri osa esiintyy vain Etelä-Suomessa. Enemmistö luonnonvaraisista mesipistiäisistä elää erakkona. On kuitenkin olemassa sosiaalisia lajeja, jotka elävät yhteiskunnissa. Tunnetuin sosiaalinen mehiläislaji on tarhamehiläinen (*Apis Mellifera*), joka kesytettiin jo vuosituhansia sitten ihmisen käyttöön. (Söderman & Leinonen, 2003, s.11, 24)

Elintavoistaan ja laajasta maantieteellisestä levinneisyydestään johtuen mesipistiäiset ovat tärkeimmät pölyttäjähyönteiset useimmissa maapallon biomeissa. Mesipistiäiset ovat avainasemassa monien elinympäristöjen kukkien pölytyksessä, sekä luonnonvaraisten, että viljeltyjen. Suomessa mesipistiäiset vastaavat metsämarjojen, marjapensaiden, hedelmäpuiden, ja useiden viljelyskasvien ristipölytyksestä. Mesipistiäisten taloudellinen merkitys on suuri hyötykasvien pölyttäjinä. Suurin merkitys mesipistiäisillä on kuitenkin luonnonvaraisten kukkakasvien lisääntymiseen, sillä tätä kautta ne vaikuttavat kokonaisten ekosysteemien toimivuuteen. Myös Suomen luonnossa mesipistiäiset ovat harvinaistuneet maankäytön muutosten vuoksi. Häviämisellä on ollut merkittäviä ekologisia ja taloudellisia vaikutuksia. (Söderman & Leinonen, 2003, s.5, 11, 33) Jopa viidennes Suomen mesipistiäislajeista on luokiteltu uhanalaisiksi. (Kalpala, 2018, s.148)



Kuva 5. Karkea arvio mesipistiäisten esiintyvyydestä elinympäristöissään Suomessa. Arvio perustuu kirjan Suomen mesipistiäiset ja niiden uhanalaisuus (Söderman & Leinonen, 2003, s.14-19) arvioihin. Suomen mesipistiäisistä 1/3 elää luonnonympäristöissä ja 2/3 rakennetuissa ympäristöissä.

Tärkeimmät mesipistiäisten elinympäristöt ovat ihmisen aikaansaamia perinnebiotooppeja. Perinnebiotoopit ovat harvinaistuneet maatalouden muutosten vuoksi. (Nora Ruuth)

Suomen mesipistiäisistä kolmasosa elää ensisijaisesti luonnonympäristöissä. Runsaiten rantaniityillä, joki- ja puroaksoissa. Vähäisemmin metsissä, soilla ja kosteikoilla, rannoilta ja tuntureilta. Viljelymaat tarjoavat mesipistiäisille huonosti elinympäristöjä. Viljapelot pölyttyvät tuulipölytteisesti ja näillä alueilla rikkaruohona esiintyvät mesikasvit on poistettu tehokkaasti rikkaruohojen torjunta-aineilla. Suurimmat hyönteispölytteiset viljelykset Suomessa ovat rypsi ja perunaviljelmiä. Tarhamehiläisiä, pölyttäjäpalveluja, käytetään yleisesti viljelyalueilla. Pölyttäjäpalveluista hyötyvät lukuisten viljelykasvien lisäksi erityisesti marjan ja hedelmänviljelijät. Tarhamehiläisen kanssa luonnonvaraisten mehiläisten on kuitenkin vaikea kilpailla. Luonnonvaraiset mesipistiäiset hyötyvät harvoista viljelyaloista, tärkeimmät näistä ovat rehu- ja puna-apilakentät. (Söderman & Leinonen, 2003, s.14-17, 20)

Rakennetuissa ympäristöissä rakennuksissa, piholla ja joutomailla Suomen mesipistiäisistä elää noin 70%. Nämä synantrooppiset eli kulttuurihakuiset lajit ovat levinneet suomeen vanhojen viljelykasvien mukana. Rakennetuissa ympäristöissä lajien esiintymistä rajoittavana tekijänä on usein liian pienet ja etenkin yksipuoliset mesikasvialueet. Rakentaminen sinänsä on tuhonnut useita hyviä mesipistiäisten elinympäristöjä. Näihin ympäristöihin on kuitenkin muotoutunut uusia pölyttäjähyönteisten elinympäristöjä tuhoutuneiden tilalle. Esimerkiksi niittymäiset rata- ja tieliikenteen penkereet ja leikkaukset, sekä lentokenttien ympäristöt tarjoavat nykyään korvaavia pesintä ja ruokailu alueita mesipistiäisille. (Söderman & Leinonen, 2003, s.18) Näiden alueiden kehittymisen esteenä on usein kuitenkin liikenteen haitta-aineet, jotka estävät kasvilajien runsastumisen.

Tärkeimmät mesipistiäisten elinympäristöt ovat ihmisen aikaansaamat kedo- ja niityt. Näistä erityisen paljon hyviä mesikasveja tarjoavat kuivat keto- ja niittytyypit. Valtaosa niityillä ja kedoilla esiintyvistä mesikasveista on esiintynyt luonnonvaraisina hyvin pieninä laikkuina. Lajit ovatkin hyötyneet ratkaisevasti asutuksesta ja vanhasta maatalouskulttuurista. Kukka-ketojen ja niittyjen määrä on kuitenkin tasaisesti vähentynyt viimeisen sadan vuoden aikana. Vuosisadan alun määrästä on jäljellä enää murto-osa. Suomessa perinnebiotooppien vähentyminen onkin yksi suurimmista tekijöistä, joka on vaikuttanut mesipistiäisten uhanalaistumiseen. (Söderman & Leinonen, 2003, s.19-20)

Suuri osa suomen mesipistiäislajeista elää erakkona ja vain tietyissä sukuryhmissä on lajeja, jotka muodostavat yhteiskuntia. Aitososiaaliset lajit muodostavat hyönteisillä korkeammin järjestäytyneitä yhteiskuntia. Aitososiaalista mesipistiäislajeista Suomessa esiintyy vain yksi korkeasti aitososiaalinen laji, tarhamehiläinen (*Apis mellifera*), jolla on monivuotisia yhteiskuntia. Kaikki muut Suomessa esiintyvät aitososiaaliset mesipistiäislajit

voidaan luokitella alkeellisesti aitososiaalisiksi lajeiksi. Näillä on yleensä vain yksivuotisia, kesäaikaisia yhteiskuntia. Vain syksyllä syntyvä uusi kuningatar talvehtii ja muodostaa uuden yhteiskunnan seuraavaksi kesäksi. Suomessa kaikki kimalaislajit ovat alkeellisesti aitososiaalisia lajeja ja lisäksi esiintyy muutama mehiläislaji, jolla on alkeellinen aitososiaalinen elämänmuoto. (Söderman & Leinonen, 2003, s.24)

Mesipistiäisten pesintätavat ovat hyvin monimuotoisia. Pesintäympäristön suhteen lajisto voidaan jakaa kahteen; noin 30% lajeista pesii maanpäällisissä koloissa ja noin 70% pesii maapesissä. Maanpäälliset pesijät käyttävät kuivuneita kasvinvarsia, lahoppuuta, muiden hyönteislajien valmiita puuhun nakerrettuja koloja tai itse nakerrettuja koloja pesimiseen. Pesäkolo suljetaan maa-aineksella tai kasvinosilla. Muutamat kimalaislajit rakentavat myös heinätuppaiden suojaan avoimia pesiä. Aiemmin luonnonvaraisena esiintynyt tarhamehiläinen on todennäköisesti pesinyt vanhoissa tammissa. Maahan pesivillä lajeilla vaatimukset maanrakenteen suhteen voivat olla hyvin tiukkoja. Väliä on esim. alustan kaltevuudella ja paikalla aurinkoon nähden. Pesäpaikan maanrakenteen mukaan voidaan jaotella Suomessa pesivät lajit kolmeen ryhmään; hiekkapohjaista alustaa vaativat, savi- ja hiekkapohjaista alustaa vaativat ja alustaan nähden välinpitämättömät, indifferentit lajit. Suuri osa Suomessa maahan pesivistä lajistosta vaatii hiekkapohjaisen alustan. Indifferenttien lajien pesiä löytyy kaikenlaisista maalajeista. Indifferentit lajit ovat usein myös alkeellisesti aitososiaalisia. Näitä ovat esim. kimalaiset ja eräät mehiläiset. Osa lajeista on hyvin paikkauskollisia ja käyttää myös vanhoja pesiä. Pesäpaikkauskollisuudesta onkin tullut suuri mesipistiäisten häviämiskahva maankäytön voimakkaiden muutosten vuoksi. (Söderman & Leinonen, 2003, s.21-23)

4.1.1 Tarhamehiläiset (*Apis mellifera*)

Tarhamehiläinen (*Apis mellifera*) on harvoja ihmisen kesyttämiä hyönteislajeja. Laji on kesytetty vuosituhansia sitten tuottamaan ravintoa ja muita tuotteita ihmisen käyttöön. Se on myös tunnetuin mehiläislaji juurikin tarhauksen ansiosta. Villimehiläisestä on ajan saatossa jalostettu tehokkaampia ja lauhkeampia mehiläisalaklajeja, rotuja. Hyväksi todettuja rotuja käytetään ympäri maailmaa. Tarhamehiläistä esiintyykin nykyään päiväntasaajalta napapiirille asti. Hunajan tehotuotannon tuoma kaupallinen jalostus vähensi aluksi rotujen perimän monimuotoisuutta. Karkuun päässeistä yhdyskunnista on kuitenkin levinnyt luonnonvaraisia kantoja. Rotujen tahaton tai jalostuksellinen risteytyminen keskenään on tehnyt kannoista geneettisesti taas monimuotoisempia ja siten elinvoimaisempia. (Savolainen, 2018, s. 7, 13-17, 42) Kuitenkin, joskus lähisukuisilla lajeilla on luonnossa riski hävitä risteytymisen myötä. Vahvemiksi osoittautuneet risteytyneet lajit, voivat hävittää alkuperäiset lajit, joista risteytmälaji on risteytynyt. Tämä on uhka lajin geneettiselle monimuotoisuudelle. (Hanski ym., 1998, s.285)

Tarhamehiläinen on korkeasti aitososiaalinen mehiläislaji, joka elää suurissa yhteiskunnissa. Mehiläisiä pidetään maapallon tärkeimpinä pölyttäjinä. Sanotaan että, ne ovat vastuussa joka kolmannelta syömästämme ruokapalasta. (University of Otago n.d.) USA:n maatalousministeriö on arvioinut, että tarhamehiläiset pölyttävät jo 80 % eläinpölytteisistä kasveista. Laji on tehokas, sillä tarhamehiläisyksilöt joutuvat etsimään enemmän mettä yhteiskuntansa suuren koon vuoksi ja vierailemaan päivää kohden useammassa kukassa kuin muut pölyttäjähyönteiset. Yhdessä mehiläisyhdyskunnassa pölyttäjiä voi olla jopa 15 000 yksilöä. Luontaiset pölyttäjät pystyvät lentämään viileämmässä säässä ja ehtivät vierailemaan kukissa tarhamehiläisiä aikaisemmin. Tällöin useiden kukkien mesivarastot ovat jo vähissä. Tarhamehiläisen täytyy jo tämänkin vuoksi vierailla useammassa kukassa saadakseen yhdyskunnalle riittävästi ravintoa. (Savolainen, 2018, s.7-17, 42, 53, 69) Mesipistiäiset keräävät kukista sekä mettä että siitepölyä. Pääsääntöisesti kaikki lajit ja yksilöt keräävät mettä. Siitepölyä keräävät vain pesää rakentavat naaraat. Suuri osa tarhamehiläisen keräämästä siitepölystä käytetään sikiöiden kasvattamiseen. (Söderman & Leinonen, 2003, s.27-28) Täysikasvuiseksi kasvaakseen mehiläinen tarvitsee noin sata milligrammaa siitepölyä. Yhdyskunta, joka kasvattaa 10 000 uutta työmehiläistä, tarvitsee yhteensä kilon siitepölyä. Siitepölyn keräysaktiivisuuteen vaikuttaa sikiöiden sekä siitepölyresurssien määrä. Alkukesällä kun, yhdyskunta kasvaa on siitepölyn kulutus huipussaan. Tarhamehiläisten tehokkuus pölyttäjinä perustuu siis paljolti niiden yhdyskunnan suureen kokoon. Mehiläisen osa maailman hyönteispölytettävien kasvien pölytyksessä on merkittävä. (Savolainen, 2018, s.53)

Kukkien ja mesipistiäisten koevoluutio on saanut mesipistiäisen ravinnonhausta aikaan molemmille osapuolille hyötyä tuovan tapahtuman. Mehiläinen asettuu kukassa heteiden päälle, kaivaa leuoillaan ja etujaloillaan näiden ponsista siitepölyn. Siitepölyn mehiläinen kostuttaa mesikuvussa kantamalla pienellä hunajamäärällä, jolloin siitepöly tahmeana kiinnittyy mehiläisen vatsapuolen karvoihin. Lentäessään seuraavaan kukkaan se keskimmaisilla jaloilla harjaa tahmean siitepölyn vatsan karvoista ja jaloista talteen takajalkojen vasuihin. Siitepölypallot pysyvät koossa siihen sekoitetun hunajan vuoksi. Seuraavassa kukassa osa pölyttäjän karvoitukseen tarttuneesta siitepölystä varisee kukkaan hedelmöittäen sen. (Savolainen, 2018, s.53.)

4.1.2 Kimalaiset (*Bombus*)

Kimalaisia (*Bombus*) esiintyy kaikkialla Suomessa. Lajien levinneisyysalueet kuitenkin eroavat toisistaan. Ilmaston lämpenemisen myötä eteläiset lajit ovat siirtyneet pohjoisemmaksi. Suomen kimalaislajeista valtaosa on elinvoimaisia. Neljä lajia on silmälläpidettäviä ja yksi laji on uhanalainen. Kannat ovat kuitenkin pienentyneet elinalueiden vähentymisen myötä. (Parkkinen, ym., 2018, s.56-57)

Kimalaiset pystyvät lentämään alhaisemmissa lämpötiloissa kuin esim. mehiläiset. Näin ollen keväällä lajilla on etulyöntiasema muihin pölyttäjiin verrattuna. Kimalaiskuningatar saattaa herätä horroksesta vielä lumen ollessa osin maassa. Keväällä kuningatar voi lentää jo alle 0 °C lämpötilassa ja arktisilla alueilla työkimalaiset liikkuvat noin +10 °C lämpötilassa. Myös kesäaamuisin kimalaislajit pystyvät aloittamaan ravinnon keräämisen aikaisemmin ja ne pystyvät liikkumaan mm. tarhamehiläistä paremmin epäsuotuisissa oloissa. Optimaalisena ruumiinlämpönsä kimalaiset pitävät tuottamalla lämpöä keskiruumiin lihaksien värinällä. Lisäksi karvapeitteen ansiosta ne menettävät lämpöä hitaammin. Kimalaisten kilpailuvaltti meden keruussa on siis niiden ravinnonkeruu ajan pituus. Ne pystyvät keräämään ravintoa jo varhain auringonnoususta auringonlaskuun. (Parkkinen, ym., 2018, s.29-31)

Kimalaisten käyttö pölytyspalveluna tapahtuu pääosin kasvihuoneissa, johtuen lajin pienestä yhteiskunnan koosta. Kimalaisyhdyskunnassa pölyttäjiä on vain noin 200 yksilöä. Lajin ravinnonkeruumäärät ovat murto-osa tarhamehiläisen meden ja siitepölynkeruumäärästä. (Savolainen, 2018, s.63.) Kimalaisessa ei ole apunaan esim. mehiläisille ominaista viestintäjärjestelmää. Myöskään kimalaisen kukkauskollisuus ei ole niin korkea kuin mehiläisillä. Kasvihuoneessa se on kuitenkin tehokas ja vastaakin esim. kasvihuonetomaattien (*Solanum lycopersicum*) pölytyksestä 96 % prosenttisesti. Suomen luonnonvaraisena pölyttäjänä kimalainen on luultavasti tehokkain. Niiden on havaittu vieraillevan 300 luonnonkasvin, 200 koristekasvin ja 30 viljelykasvin kukissa. (Parkkinen, ym., 2018, s. 39-40, 44, 46)

4.2 Perhoset (*Lepidoptera*)

Perhosia esiintyy maailmanlaajuisesti noin 200 000 lajia ja ne ovatkin monilajisimpia eliöryhmiä maailmassa. Suomessa tavataan noin 2500 lajia. (Mikkola & Tanner, 2001, s.8) Näistä lajeista 2300 ovat vakituisesti Suomen lajistoon kuuluvia ja loput ovat vaeltajia. Perhosten joukkoon kuuluu päiväperhosia, kiitäjiä, kehrääjiä, mittareita, kääriäisiä, yökkösiä. Valtaosa Suomen perhosista on yöperhosia. Yöperhosiin luetaan useita myös päiväaktiivisia heimoja. (Kalpala, 2018, s.62) Noin 100 perhoslajia on päiväperhosia. Suomen päiväperhoset kuuluvat kahteen yläheimoon; varsinaisiin päiväperhosiin ja paksupääperhosiin. (Mikkola & Tanner, 2001, s.8)

Perhosilla on täydellinen muodonvaihdos, metamorfoosi, jossa ne käyvät läpi muna-, toukka-, kotelo ja perhosvaiheen. Muna ja kotelovaiheet ovat lepovaiheita. Toukkavaihe voi kestää monia vuosia, kun taas perhosvaihe lyhyimmillään vain muutamia viikkoja. (Mikkola & Tanner 2001, s.23, 33) Perhonen voi talvehtia kaikissa muodoissaan. Talvehtimismuoto riippuu lajista, mutta yleisintä on toukkana talvehtiminen. (Mikkola & Tanner, 2001, s.40) Suuri osa aikuisista yksilöistä elää vain pari viikkoa. Osa lajeista kuitenkin talvehtii suojaisissa paikoissa ja lisääntyy vasta seuraavana keväänä. (Cajander, 2008, s.14)

Perhosen siivet ovat suomupintaiset ja niiden värit muodostuvat suomujen kalvojen pigmenteistä tai kalvojen hohtavista rakenneväreistä. Siipien värikyvyys ja kuviointi sopeuttavat perhoset ympäristöön. Värit toimivat kullakin lajilla omaan tapaan mm. suojaväreinä, varoitusväreinä, sukupuolen välisinä signaaleina ja lämmönsäätelyvälineinä. Siivet ovat myös perhosen ruumiin suojana. Perhosilla esiintyy polymorfiaa eli populaatiossa on kahta selvästi toisistaan poikkeavaa, perinnöllisesti määräytyvää värimuotoa. Tämä toimii suojana esim. lintuja kohtaan, jotka usein tottuneet saalistamaan jonkun tietyn näköistä saalista. Näin ollen lajin toisen näköiset lajinedustajat jäävät paremmin henkiin. (Mikkola & Tanner, 2001, s.14, 44) Puolustautuakseen saalistajilta, myös toukille on kehittynyt monia suoja-keinoja kuten, suojaväri, naamioituminen, pelottelu kuviointi, ja paha maku. (Cajander, 2008, s.14) Yöperhoset taas ovat usein tummia; ruskeita tai harmaita. Suojaväri auttaa niitä naamioitumaan alustaansa päiväsaikaan. Yöaktiivisuuden vuoksi ne eivät tarvitse kirkkaita värejä pimeässä. Yöperhosten tukeva olemus sekä karvaisuus auttavat niitä pysymään yöaikaan lämpiminä. (Wikipedia, n.d.)

Perhoset löytävät kukan kauempaa hajuaistinsa ja lähempänä näköistinsa avulla. Kukan tuoksu voi kantautua ilmapvirtausten mukana jopa kilometrien päähän. Näköaistin merkitys tulee tärkeämmäksi, mitä lähempänä kukkaa perhonen on. Tutkimuksissa, perhoslajien on havaittu muistavan löytämänsä kasvin vielä seuraavina päivinä. Meden imemiseen kehittynyt Imukärsä on ainutlaatuinen vain perhosilla tavattava ruumiinosa. Imukärsä, proboscis on alaleukojen osista muodostunut ja perhonen voi kierittää sen kokoon, rullalle. Makuaistimia joillakin perhosilla on imukärsän lisäksi myös esim. nilkoissaan. Kun nilkka osuu herkulliseen mehuun, perhonen ojentaa imukärsänsä. (Mikkola & Tanner, 2001, s.18, 20) Perhosen verkkosilmä aistii mm. liikettä, polarisaation ja UV-säteilyä. Polarisaatio aistimella perhonen tietää missä suunnassa aurinko on, jopa pilvisellä säällä. Liikettä perhonen ei aisti kovin hyvin ja usein perhosen lähelle pääseekin vaivattomasti, kunhan maltaa liikkuu rauhallisesti. (Cajander, 2008, s.15)

Eri ikävaiheessa olevat perhosyksilöt käyttävät erilaista ravintoa. Perhos-toukka syö kasvinosia ja aikuinen mettä ja siitepölyä. Osa perhosista ei syö lainkaan mettä. Niiden ravintoa saattaa olla mahla, hedelmien nesteet, mesikaste, mätänevät raadot. tms. Jotkut perhosen toukista ovat niin pieniä, että ne voivat syödä itsensä kasvin sisälle esim. lehtien päällyskettojen väliin tai varteen. Vähän suuremmat perhosen toukat kääriävät suojakseen ravintokasvin lehtiä ja jotkin perhosentoukat elävät jopa puun runkojen sisällä. Perhoset etsivät ravintonsa osin eri kasvilajeista kuin esim. mesipistiäiset. Niiden erikoistunut suuosa antaa niille mahdollisuuden imeä mettä torvimaisista kukista. Näihin useimmat mesipistiäiset eivät pääse käsiksi, joten perhoset ovat tärkeitä näiden kasvilajien lisääntymisprosessissa. Perhoset käyttävät, muutamia perhoslajeja lukuun ottamatta vain neste-mäistä ravintoa. Eräs mielenkiintoinen sopeutuma on kiitäjät (*Sphingidae*).

Kiitäjät eivät tarvitse laskeutumisalustaa vaan ne pystyvät lentämään ko-librimaisesti paikallaan imiessä kukasta mettä. (Mikkola & Tanner, 2001, s.26, 31-32, 46, 92-93)

Kesällä Suomeen saapuu vuodenaikaisvaeltavia perhoslajeja. Lukuisat lajit valtaavat pohjoisesta kesäksi laajat lisääntymisalueet, lähes koko pohjoisen pallonpuoliskon lauhkean vyöhykkeen. Aikaisemmin vaellus ei ulottunut kaikkina kesinä Suomeen saakka. Ilmaston lämpenemisen myötä kuitenkin myös vaeltavia lajeja on ruvennut esiintymään yhä enemmän yhä pohjoisemmassa. Suomeen vaellukset saapuvat tavallisesti aivan tietynlaisten, lämpimien kaakkoisten ilmapvirtausten mukana. Syksyisin perhosten vaellukset saapuvat aluksi etelästä ja loppusyksystä lounaasta. Vaeltavat lajit eivät pysty talvehtimaan pohjoisilla leveyksillä vaan käyvät vain lisääntymässä. Seuraavat sukupolvet vaeltavat päivän pituuden lyhentyessä takaisin etelään. Vaelluskäyttäytyminen aiheuttaa vaeltavienperhosten esiintymisessä ajoittaista vaihtelua. Säännöllisten vuodenaikaisvaeltajien ei katsota kuuluvan Suomen faunaan, niillä on kuitenkin tehtävänsä vierailmassaan ekosysteemissä. (Mikkola & Tanner, 2001, s.36, 38-39)

Useiden Suomessa pysyvästi esiintyvien lajien on havaittu viimevuosikymmeninä taantuneen ja osin hävinneen. Ilmaston lämpenemisen vuoksi Suomeenkin on levinnyt uusia eteläisiä perhoslajeja, kuitenkin näiden lajien sopeutuminen Suomen ilmasto-olosuhteisiin on ollut vaikeaa lajien ravintokasviuskollisuuden vuoksi. Vanhojen taantuvien lajien elinympäristöt ovat katoavia perinneympäristöjä: niittyjä, ketoja. Nämä alkuperäiset lajit ovat eläneet aurinkoisten ympäristöjen matalilla heinä- ja kukkakasveilla, kun taas tulokaslajien toukat elävät lähinnä puilla ja pensailla. (Mikkola & Tanner, 2001, s.10)

4.3 Muut pölyttäjähönteiset

Luonnonvaraisten pölyttäjien määrästä on Suomessa epätietoisuutta. Maailmalla pölyttäjiä on tutkittu paljon, mutta Suomessa vain vähän. Lukuisia hankkeita on kuitenkin käynnissä tiedon saamiseksi. (STT, 2019) Ne lajit, jotka pölyttävät pääosan Suomen viljelykasveista on hämärän peitossa. (Vairimaa, 2015) Ainakin kaksisiipisten (*Diptera*), kukkakärpästen (*Syrphidae*), kovakuoriaisten (*Coleoptera*), ripsiäisten (*Thysanoptera*), muurahaisten (*Formicidae*) ja ampiaisten (*Vespidae*) on havaittu pölyttävän toimillaan kukkia. Osa saa ravintonsa medestä ja siitepölystä, mutta toinen osa pölyttäjähönteisistä ei edes itse hyödynnä kukkaa ravintona vaan onnistuvat vain syystä tai toisesta kukassa oleillessaan pölyttämään sen. Esimerkiksi jotkin hönteislajit saalistavat tietyn kasvilajin kukissa toisia hönteisiä ja hönteislajit voivat oleilla kukissa mm. syömässä kasvinosia. Useat lajit syövät ravinnokseen, sekä mettä että, siitepölyä. Toiset, kuten kovakuoriaiset käyvät kukissa ahmimassa vain siitepölyä. Osa pölyttäjähönteisistä syö vain mettä ja jotkin hönteislajit, jotka imevät ravinnon nesteinä nauttivat siitepölyn sekoittamalla sen sylkeensä. Hönteisillä

on keinonsa päästä ravinnon luokse ja esim. ampiaiset saavat meden kukista, joiden pohjalle eivät ulotu, puremalla leuoillaan tiensä meden ja siitepölyn äärelle. (Mikkola & Tanner, 2001, s.56)

Jyväskylän yliopistossa vuonna 2017 valmistui tutkimus maankäytön vaikutuksia kuminapeltojen (*Carum carvi*) pölyttäjiin. Tutkimuksessa oli mukana 22 kuminapeltoa, Keski-Suomesta. Pölyttäjiä kerättiin kuminan kukinnan ajan maljapyydyksiin ja tutkittiin peltoa ympäröivän maiseman vaikutuksia pölyttäjien esiintyvyyteen. Tutkittavan maiseman säteenä pidettiin 500 ja 1000 metriä. Pyydyksiin kerättyjen pölyttäjien kokonaismäärä tutkimuksessa oli 115 402 yksilöä. Kärpäset muodostivat pölyttäjistä noin 84,6 %, kimalaiset 10,8 %, muut mesipistiäiset 2,2 % ja kukkakärpäset 2,5 %. Kärpästen osuus pölyttäjähönteisistä oli suuri, mutta tutkimuksen pölyttäjäjakaumaa sekoittaa hieman se, ettei kärpäsiä määritetty. Ryhmässä voi siis olla todennäköisesti lajeja, jotka eivät ole kovin merkittäviä pölyttäjiä. Tutkimus osoittaa ennen kaikkea, että maankäytöllä on selvä vaikutus pölyttäjähönteisiin. Muiden pölyttäjien paitsi kukkakärpästen määrä kasvoi, kun maatalousmaiseman osuus pellon ympäristöstä kasvoi. Kukkakärpästen lajimäärä sen sijaan kasvoi, kun sekametsien osuus maisemasta kasvoi. Kukkakärpäset elävät toukkavaiheen metsissä. Kaksisiipisiin kuuluvien kärpästen esiintyvyydelle sen sijaan yksittäisillä maankäytönmuodoilla ei ollut merkitystä. Johtopäätöksenä tutkimuksesta, maankäytön suunnittelua viljelyalueilla tulisi edistää. Tämä parantaisi pölyttäjähönteisten menestymistä viljelyalueilla. (Toikkanen, 2017, s. 2, 20, 28, 32)

5 PÖLYTTÄJIÄ HOUKUTTELEVA KASVILLISUUS

Kukat ovat sopeutuneet ainakin kolmella tavalla houkuttelemaan pölyttäjiä. Tuoksut houkuttelevat pölyttäjät kauempaa kukkien lähistölle. Kukan tuoksu voimistuu kukkaa lähestyessä. Saadessaan kukan näköetäisyydelle visuaaliset vihjeet ohjaavat pölyttäjän meden ja siitepölyn luokse. Kukkiin on kehittynyt kirkkaita värejä, raitoja ja kuvioita houkuttelemaan pölyttäjiä kukkiin. Sinisen ja ultraviolettin värit ovat kehittyneet houkuttelemaan hönteisiä, kun taas punaisen ja oranssin sävyt houkuttelevat lintuja. Jotkut kukat taas käyttävät kemiallisia aistimuksia keinona houkutella pölyttäjähönteisiä kukkiin. Kukat voivat erittäin samankaltaisia feromoni tuoksuja, kuin jotkin pölyttävät hönteiset houkutellessaan vastakkaisen sukupuolen yksilöitä parittelemaan. (Biology dictionary n.d)

5.1 Kasvien ja hönteisten koevoluutio

Pölyttäjähönteiset ja kukat ovat kehittyneet yhdessä miljoonia vuosia. Näiden kahden eliökunnan välille on kehittynyt keskinäinen suhde, jossa

pölyttäjähönteinen saa ravintoa (mettä ja siitepölyä) ja kasvi saa siitepölynä (siittiösolunsa) levittymään muihin oman lajinsa yksilöihin. Kasvilla ja sen pölyttäjällä on siis oma vuorovaikutteinen suhteensa. Kasveille, jonkin välittäjän avulla tapahtuva pölytys on tehokkaampaa kuin tuulipölytys. Miljoonia vuosia kasvit ovat kehittäneet kukkia, joilla on yhä erikoistuneempia ominaisuuksia houkutellessaan pölyttäjähönteisiä puoleensa. Samanaikaisesti pölyttäjähönteisille on kehittynyt fysiologisia, rakenteellisia- ja käyttäytymisen mukautuksia kukkien tarjoaman ravinnon hyödyntämiseksi. (University of Otago n.d.)

5.2 Kukan houkutusmekanismit ja ravintokasvin valikoituminen

Eläinpölytteisille kasveille on kehittynyt ominaisuuksia, jotka houkuttelevat pölyttäjiä kukkiin. Kukan väri ja kuviointi, muoto, tuoksu, mesi ja siitepöly ovat houkutusvälineitä, jotka ovat muotoutuneet pitkänä prosessina evoluution saatossa kullekin kasville ominaiseksi. (Kalpala, 2018, s.146) Kukien pölyttämiseen sopeutuminen on puolestaan vahvistaneet pölyttäjähönteisten aisteja. Pölyttävillä hönteisillä on havainnointi olevat mm. tarkempi näkö ja herkempi maku- sekä hajuaisti verrattuna muihin hönteisiin. (Mikkola & Tanner, 2001, s.54) Vastavuoroinen vaikutus toistensa evoluutioon on muokannut eläinpölytteisistä kasveista ja pölyttäjähönteisistä hyvin monimuotoisia.

Kukan rakenne, koko ja muoto vaikuttavat siihen, mitkä hönteisryhmät pääsevät kyseisen kukan mesivarastoihin käsiksi. Erikoistuminen tiettyyn kasvilajiin on hyvin yleistä pölyttäjien keskuudessa. Se on kilpailuvaltti ja ehto esim. erakkona eläville lajille. Sosiaaliset yhdyskuntia muodostavat lajit kilpailevat yksilöiden määrällä ja sopeutuvaisuudellaan.

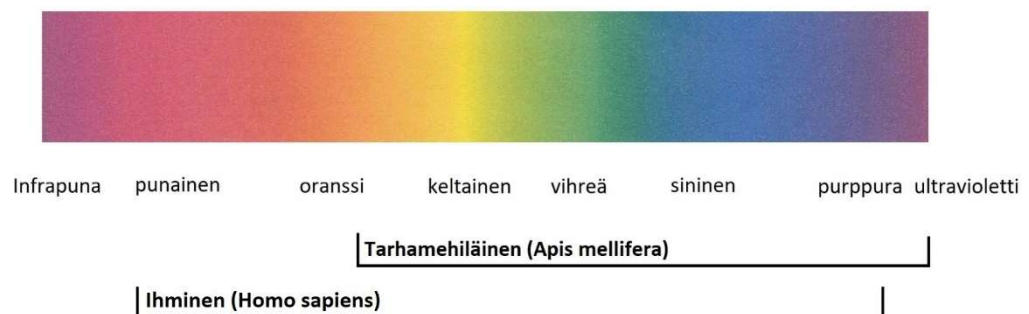
Mehiläisillä ja muilla yhteiskuntapistiäisillä on havaittu olevan kehittyneempi päättelykyky kuin muilla selkärangattomilla. (Telkänranta, 2015, s. 83)

5.2.1 Kukan värit ja pölyttäjähönteisen näkökyky

Kukan terälehtien värit auttavat hönteistä kohdentamaan meden ja siitepölyn sijainnin. (Riddle, 2016) Pölyttäjähönteisistä suuri osa käyttää ensisijaisesti näköään etsiessä potentiaalisia ravintokasveja. Esim. mesipistiäiset suunnistavat kukkien värien ohjaamina ravinnonlähteelle. Näköaistin jälkeen muut aistit ovat niille toissijaisia ja ovat vahvistavat signaalia näön tuomasta havainnosta. (Savolainen, 2018, s.39, 42)

Hönteisten silmät, eivät erota värejä samalla lailla kuin ihmisen. Sekä ihmisellä, että mehiläisellä on trikromaattinen eli kolmivärinen näkökyky. Tämä tarkoittaa sitä että, verkkokalvossa on kolme erilaista verkkokalvon

aistisolua, jotka erottavat kolmea tiettyä perusväriä. Perusvärit ovat perusta väriyhdistelmälle, jotka silmä näkee. Ihmisen ensisijaiset päävärit ovat punainen, sininen ja vihreä, kun taas mehiläisellä päävärit ovat sininen, vihreä ja ultraviolettivalo. Ihminen näkee enemmän eri värejä koska, ihmisen näköaistin aallonpituudet sijoittuva 400-700nm spektrille, kun taas mehiläisen 300-600nm alueelle. (Odom, 2018) Mehiläisen silmä ei näe esim. ihmisen näkemää punaista vaan se näkyy mehiläiselle tummana. (Savolainen, 2018, s.39) Punaisen päävärin sijaan yksi sen aistimasta kolmesta pääväristä on ultraviolettivalo. Ultraviolettivalon aallonpituus on 10-400nm, joten ihmissilmä ei sitä pysty näkemään. (Odom, 2018) Joidenkin kasvien kukan terälehdet myös iridisoivat eli väri vaihtelee katselukulmasta riippuen. Tähän näköaistimukseen tarvitaan ultraviolettivalon näkökyky, joten ihmissilmin värin iridisoitua ei voi nähdä. Ohi lentäessään mehiläisen silmä erottaa jokaisen kukan erikseen, kun ihmisen silmä näkee kasvialueen ohi kävellessään massana. Mehiläisen silmä on siis myös nopeampi. Nopeaa näkökykyä mehiläinen tarvitsee löytääkseen sille edullisimmat kasviyksilöt. (Riddle, 2016)



Kuva 6. Havainnollistus ihmisen ja tarhamehiläisen värinäön eroista. Mukailtu artikkelin (Riddle, 2016) kuvaa. Nora Ruuth.

Ensisijaisten pääväriensä lisäksi mehiläinen näkee keltaisen, oranssin, sinivihreän, sinisen, purppuran ja mehiläispurppuran sävyjä. Mehiläispurppura (bee purple) on keltaisen värin ja ultravioletin yhdistelmä. (Odom, 2018) Ihmisen silmään väri näkyy keltaisena. Nimitys mehiläispurppura tulee tämän tietyn keltaisen sävyn ominaisuudesta heijastaa UV-valoa niin, että kukissa näkyy mehiläiselle erinäisiä kuvioita, mesiviittoja, jotka ohjaavat hyönteisen kukan meden luokse. (Mikkola & Tanner, 2001, s.90) Mesiviittoja esiintyy kaiken värisillä terälehdillä ja ne ohjaavat pölyttäjän oikealle reitille kukan mesilähteen luo. Monet väriyhdistelmät ovat mehiläisen silmään hyvin toisistaan erottuvia. (Kalpala, 2018, s.147) Värien kontrastit ovatkin yksi kukan houkutus ja ohjaus keinoista. Suuret kontrastit kuten vaalea ja tumma esim. sininen ja keltainen ovat kukan värityksessä yleisiä. Mesipistiäisiä houkuttelevat lajit ovat usein keltaisia, violetteja tai sinisiä

ja niissä on voimakkaista kuvioita. (Savolainen, 2018, s.39). Erittäin houkuttelevia ovat keltaiset kukat (bee purple), joissa on UV- valoa heijastavia mesiviittoja. (Mikkola & Tanner 2001, 90)

Hyönteisten kehityksen historiassa sinisen, vihreän ja ultravioletin väriaistimus ovat kehittyneet aikaisemmin kuin punaisen värin aistimus. Tämän vuoksi vain osalle hyönteisistä on kehittynyt punaisen värin näkökyky. (Telkänranta, 2015. s.88) Värit ja tämän jälkeen muodot ovat ensisijaisia tekijöitä perhosen kiinnostuksen herättäjinä. Perhosten näköaisti on hyvä. Osa perhosista näkee myös punaisen sävyjä toisin kuin useat mesipistiäiset ja muut hyönteiset. Erityisesti päiväperhosten on havaittu mieltyneen purppuran sävyihin, mutta myös monet sinililat ja keltaiset sävyt houkuttelevat perhosia. On havaittu, että päiväperhoset erottavat etenkin keltaisella värialueella hyvin pieniä, jopa nanometrin kymmenyksen, spektrin eroja toisistaan. Ja muiden hyönteisten tavoin perhosetkin pyrkivät laskeutumaan keltaisille pinnoille. Yöperhosia houkuttelee parhaiten valkoiset tai vaaleat kukan värit. Perhosten näkökyvyssä on siis paljon eroja riippuen esiintymispaikasta. Näköaistin aallonpituudet eroavat lajeittain ja ovat muotoutuneet esiintymisalueensa kasvilajiston havainnointiin sopivaksi. Esim. Trooppiset *Heliconius*-perhoset näkevät hyvin syvänpunaisen. Lajin esiintymisalueella kasvaakin runsaasti juuri syvän punaista väriä sisältäviä kukkia. Suomessa esiintyvät päiväperhoset eivät sen sijaan ilmeisesti näe punaista vaan purppuraa väriä, jossa on punaisen värin lisäksi violettia tai ultraviolettia. Suomalaisissa luonnonkasveissa ei esiinnykään puhtaasti punaisia kukkia. Suomessa menestyvillä koristekasveilla punaista kukan väriä kyllä esiintyy, mutta usein pitkälle jalostettujen kasvilajien meden ja siitepölyntuotto on huonontunut tai lähes ehtynyt jalostuksen kustannuksella. (Mikkola & Tanner, 2001, s.90, 92, 54-55, 59)

5.2.2 Väripreferenssi

Mehiläisen värinäkö ja muisti ovat olleet useasti biologien tutkimuskohteenä. Monashin yliopistossa, Australiassa tutkittiin tarhamehiläisen (*Apis mellifera*) muistia ja ehdollistumista väriin. Koetilanteessa havaittiin, että mehiläiset oppivat nopeasti yksittäisiä selkeästi toisistaan eroavia värejä. Ne oppivat myös hienojakoisesti toisistaan eroavia värejä, mutta tällöin oppimisprosessi oli hitaampi. Mehiläisten havaittiin muistavan oppimansa useita päiviä ja useamman oppimiskokemuksen jälkeen mehiläiset muistivat oppimansa jopa kahden viikon ajan. Tutkimuksessa havainnointiin, että kasvilajin muistamisessa ensisijaisena aistina on näköaisti ja näköaistia tukevat muut aistit. Mehiläisyksilöille on ominaista, että löydettyään hyvän ravintokasvin, pitävät se keräämään ravintoa samassa hyväksyttyssä kasvilajissa. Kasvi hyötyy tästä ja kasvilajin pölytys ja mehiläisen työtehokkuus on taattu. Monet kasvilajit ovat evoluution saatossa muotoutuneet imitoimaan (mimic) ulkomuodollaan, jotakin mesipitoisempaa kasvilajia. Mehiläinen oppii tunnistamaan suosimansa ravintokasvin niin

hyvin että se tunnistaa mm. värin, muodon tai tuoksun avulla omaa ravintokasviaan imitoivat kasvilajit eri lajiksi. Onneksi kuitenkin monimutkaisessa luonnonympäristössä mehiläisen muisti on rajallinen ja satunnaisesti muita jäljittelevät kukat saavat myös osansa pölytyksestä. (Dyer & Garcia, 2014)

Bristolin yliopistossa tutkittiin kontukimalaisen (*Bombus terrestris*) väripreferenssiä. Kenttäkokeissa Etelä-Saksassa tarkkailtiin yhdeksää kimalaisyhdyskuntaa. Kontukimalaisen havaittiin suosivan violetin ja sinisen sävyisiä kukkia. Tutkitun alueen paikallisen kasviston violetit kukat tuottivat mettä runsaimmin ja siniset seuraavaksi runsaimmin. Kimalaisten havaittiin olevan vahva mieltymys juuri violetin sekä sinisen sävyisiin kukkiin. Värimieltymyksen havaittiin olevan sisäsyntyistä, sillä se ilmeni myös uusilla äskettäin syntyneissä kimalaisyksilöillä. Tutkimuksen edetessä huomattiin, että purppuran värisiä kukkia suosivat yhdyskunnat olivat menestyneimpiä. Purppuran ja sinisen värisistä kukista mettä keräävät yhdyskunnat keräsivät kauden aikana enemmän mettä (jopa 41 % enemmän) kuin muun värisistä kukista mettä keräävät yhdyskunnat. Mieltymyksen violettiin ja siniseen on havaittu ilmenevän koko kontukimalaisen esiintymisalueella. Havainnot viittaavat siihen, että kimalaisten värimieltymys purppuranvärisiin kukkiin ja kukan väri ja runsasmesisyys ovat kehittyneet yhdessä ajansaotossa kasvien ja pölyttäjähyönteisten koevoluution aikaansaannoksena. (Raine & Chittka, 2007)

Myös perhosilla on havaittu mieltymyksiä tiettyihin kukan väreihin. Mikkola ja Tanner ovat kirjassaan Perhospuutarha (Mikkola & Tanner, 2001) esittäneet havainnointinsa Suomessa esiintyvien päiväperhosten väripreferenssistä. kts. taulukko 1.

Taulukko 1. Suomessa esiintyvien päiväperhosten väripreferenssejä. (Mikkola & Tanner, 2001, s.54)

Laji	Väripreferenssi
Kaaliperhonen (<i>Pieris brassicae</i>) ja <i>Pieris</i> -suku	purppura, violetti, keltainen, valkoinen
Ohdakeperhonen (<i>Vanessa cardui</i>)	purppura, violetti
Tummahäränsilmä (<i>Maniola jurtina</i>)	violetti, keltainen, valkoinen
Hohtosiniisiipi (<i>Polyommatus icarus</i>)	purppura, keltainen, vaaleanpunainen

5.2.3 Kukan muoto ja pölyttäjähönteisen imukärsä

Kasvin muodolla on suuri merkitys, sille mitkä hönteiset pystyvät mistäkin kasvista ravintoa keräämään. Perhosilla on pitkä imukärsä, johon ei tartu helposti siitepölyä. Sen sijaan perhosen päässä on useasti karvoitusta. Monissa perhosten ravintokukissa mesi on syvällä kapean torvimaisen kukan pohjalla. Heteet ja emi sijaitsevat ylempänä kuin mesi ja perhosen vieraillessa seuraavassa kukassa pään karvoitukseen tarttunut siitepöly kulkeutuu seuraavan kukan emiin. (Mikkola & Tanner 2001, s.55) Myös monet mesipistiäisiä pölyttäjinä suosivien kukkien terälehdet ovat muovautuneet käytävämäisiksi. Tällöin ahtaassa tilassa kulkeva pölyttäjä väistämättä varistaa karvoituksessaan kulkeutuvan siitepölyn kasvin luotille. (Kalpala, 2018, s.147)

Eri mesipistiäislajien imukärsä, erityisesti kielen pituus, säätelee paljon kasvilajien valikoitumista ravintokasviksi kullekin mesipistiäislajille. Muun muassa erakkomehiläiset voidaan jakaa pitkä- ja lyhytkielisiin lajeihin. Suomessa erakkomehiläiset ovat pääasiassa lyhytkielisiä ja pitkäkielisiä lajeja esiintyy vain muutama. Kimalaiset sen sijaan voidaan jakaa lyhyt-, keskipitkä-, ja pitkäkielisiin lajeihin. Kimalaisilla on keskimäärin pidemmät kielet kuin mehiläisillä. Yleisesti katsoen mesipistiäisen kielen pituus on sitä pidempi mitä kookkaampi laji on kyseessä. Mesipistiäislajien imukärsän ja kielen pituuden mukaan kullekin lajille on valikoituneet tietyt kasvilajit, joita ne pystyvät pölyttämään. kts. taulukko 2. (Söderman & Leinonen, 2003, s.27-28)

Jotkin pölyttäjähönteiset ovat oppineet omat keinonsa päästä meden tai siitepölyn äärelle, jos eivät kukan rakenteen vuoksi ulotu ravintoon. Mm. mesipistiäisten ja kovakuoriaisten on havainnointu ”varastavan” mettä kukista. Esimerkiksi mantukimalainen (*Bombus lucorum*), joka ei ulotu ukonhatun (*Aconitum*) kannuksen pohjalle kielellään, puraisee kukan kylkeen reiän ja imee meden tätä kautta kukasta. (Mikkola & Tanner, 2001, s.56) Kukan osalta meden ryöstely on ongelmallista. Mettä ryöstävä pölyttäjä ei kosketa kukan heteitä, joten kukka ei pölyty. On havaittu, että joskus meden ryöstäminen on äitynyt ongelmaksi. Jos alueella on paljon mettä ryöstäen kerääviä pölyttäjiä niin alueen kasvilajien pölytys saattaa jäädä huonoksi. Toisten pölyttäjien jo ryöstämistä kukista hyötyvät muutkin hönteislajit. Ne imevät meden jatkossakin samasta puruaukosta. (Parkkinen, ym., 2018, s.45)

Yleisesti ottaen kasvilajilla on useita eri pölyttäjälajeja keräämässä siitä ravintoa. Pölyttäjien toisistaan poikkeavat imukärsät ja tästä johtuvat lajikohtaiset ravintokasvit ovat tärkeä tapa jakaa elinalueen resursseja. Kilpailua ravinnosta esiintyy esim. kimalaisten, mehiläisten, ampiaisten, erakkomehiläisten ja kaksisiipisten kesken. Lajit eivät kuitenkaan ole aggressiivisia ja eivät esim. hyökkäile tai aja kilpailijoita pois. (Parkkinen ym., 2018, s.47)

Taulukko 2. Kasviheimoja ja -sukuja eroteltuna mesipistiäisten sekä perhosen imukärsän ja kielen pituuden mukaan. (Söderman & Leinonen 2003, 27-28)* (Mikkola & Tanner 2001, 104)**

Pölyttäjät	Kasviheimot- ja suvut
Erakkomehiläiset, lyhytkieliset Kimalaiset, lyhytkieliset	Avometiset mykerökukkaiset kasvit ; voikukka, leskenlehti, keltanot, leinikit, pajut, kärsämöt, sauniot, pietaryrtti, silmäruohot, hanhikit, mansikka, putkikasvit ja Puolikätkömetiset kukat ; kanerva, ajuruoho, purtojuuri, ruusuruoho, tädykkeet, kurjenpolvet, tähtimöt ja herukat*
Erakkomehiläiset, pitkäkieliset Kimalaiset, lyhytkieliset	Kätkömetiset kukat ; kellot, laukut, kuusiot, horsmat ja Pitkätorviset kukat ; nätkelmät, virnat, apilat, maitiaiset, niittyhy-mala, pillikkeet ja Syvämetiset mykerökukat ; ohdakkeet, kauenokit, kultapiiskut*
Kimalaiset, pitkäkieliset	Ns Kimalaiskukat ; kannusruohot, orvokit, ukonhatut, akileijjat, ritarinkannukset, tervakot, kohokit*
Perhoset	Ns Perhoskukat ; asterikasvit (Asteraceae), sikurikasvit (Cichoriaceae), purtojuurikasvit (Dipsacaceae), hernekasvit (Fabaceae), huulikukkaikasvit (Lamiaceae)** , syreenit, kiurunkannus, orkideat, kuusamat*

5.2.4 Kukan tuoksu ja pölyttäjähyönteisten haju- ja makuaisti

Meden sokeripitoisuus vaihtelee eri kukissa. Havainnollistaen asiaa esim. saadakse sokeripalan verran energiaa, kimalaisen (*Bombus terrestris*) tulisi vierailla 1000 kertaa pelto-ohdakkeen (*Cirsium arvense*) kukassa, kun taas keltamataran (*Galium verum*) kukassa 800 000 kertaa. Meden sokeripitoisuuteen vaikuttaa kasvin geeniperimän lisäksi säätila, maaperän kosteus ja maaperän ravinnetilanne. (Kalpala, 2018, s.148) Meden määrään ja koostumukseen vaikuttaa myös kukan ikä. Aktiivivaiheessa kukan sokerikonsentraatio on suuri. Nuoret ja vanhat kukat tuottavat taas huomattavasti vähemmän mettä. (Parkkinen ym., 2018, s.33) Mesipistiäiset vierailevat mieluiten hyvin sokeripitoista mettä omaavissa kukissa. (Kalpala, 2018, s.147) Perho-

sille meden tulee olla koostumukseltaan oikeanlaista ja sokeripitoisuudeltaan melko laimeaa, 15-20%, jotta se ei tuki perhosen imukärsää tahmeudellaan. (Mikkola & Tanner 2001, s.54, 92)

Raine ja Chittka tutkivat Bristolin yliopistossa kontukimalaisen (*Bombus terrestris*) väripreferenssiä. Kts. kpl 5.2.2 Väripreferenssi. Tutkimuksessa mukana olleita kasvilajeja oli 63kpl. Kts. Taulukko 3. Näistä huomattavasti nopeimmin mettä päivän aikana (24h) tuotti jättipalsami (*Impatiens glandulifera*). Sen meden tuotto muihin lajeihin nähden oli noin seitsenkertainen. (Raine & Chittka, 2007)

Taulukko 3. Tutkimuksessa mukana olleista kasvilajeista kymmenen nopeimmin mettä 24h aikana tuottaneet kasvit. (Raine & Chittka, 2007)

Kasvilaji	Kukan väri	mikrogramma/24h
Jättipalsami (<i>Impatiens glandulifera</i>)	mehiläispurppura (uv-blue)	11312
Maitohorsma (<i>Epilobium angustifolium</i>)	mehiläissininen (blue)	2442
Keltakannusruoho (<i>Linaria vulgaris</i>)	sinivihreinä (blue-green)	1736
Kyläneidonkieli <i>Echium vulgare</i>	mehiläispurppura (uv-blue)	1537
Peltopähkämö <i>Stachys palustris</i>	mehiläissininen (blue)	1384
Koirankieli <i>Cynoglossum officinale</i>	mehiläispurppura (uv-blue)	1358
Keltapeippi <i>Lamium galeobdolon</i>	mehiläisvihreä (uv-green)	1350
Rikkasinappi <i>Sinapis arvensis</i>	mehiläisvihreä (uv-green)	1324
Rohtoraunioyrtti (<i>Symphytum officinale</i>)	sinivihreinä (blue-green)	1061
Valkoailakki <i>Silene latifolia</i>	sinivihreinä (blue-green)	933

Kasvin terälehtien eteeristen öljyjen tuoksut ovat yksi kasvin houkutuskeino, jolla se houkuttelee pölyttäjiä kukkaan. Myös joidenkin kasvien siitepölyhiukkasissa on pölyttäjiä houkuttelevia haihtuvia yhdisteitä. Kimalaisia ja mehiläisiä houkuttelevat kukat ovat usein voimakkaasti tuoksuvia. (Kalpala, 2018, s.145) Tärkeimpänä aistina hajuaisti on kuitenkin perhosille. Ne löytävät kasvit pääasiassa hajuaistinsa perusteella. Esimerkkinä hajuaistin tarkkuudesta voi mainita, että yöperhonen pystyy haistamaan tuntosarvillan mahdollisen parittelukumppanin feromonit sopivilla tuulioloilla jopa kilometrien päästä. Tuoksuainemolekyylien haistamiseksi niille onkin kehittynyt hyvin monimutkaiset tuntosarvet. Hajuaistin tärkeys korostuu yöperhosilla, koska yön pimeydessä kasvien väri viestit eivät näy. Tällöin ainoaksi keinoksi houkuttella pölyttäjähyönteinen kukkaan on tuoksu. (Cajander, 2008 s.15) Mehiläisetkin erottavat toisistaan lukuisia eri tuoksujia. Hajuaisti on kuitenkin toissijainen aisti näköaistin jälkeen ja hajuaistilla erotetaan esim. samanväriset kukat toisistaan. (Savolainen, 2018, s. 42) Mesipistiäiset käyttävät hajuaistiaan hyväkseen ja jättävät vierailemiinsa kukkiin tuoksu jälkiä, jotka kertovat muille saman lajin yksilöille, että kukka on jo tyhjä. Merkkihaju haihtuu samassa vauhdissa kuin kukka täyttyy taas medellä. On viitteitä myös siitä että, kimalainen merkkaisi myös hyvin tuottoisat kukat. (Parkkinen ym., 2018, s.44) Kasveihin sopeutumi-

nen näkyy pölyttäjähönteisten aistien herkistymisenä. Esim. raatokärpästen (*Calliphoridae*) kukkia pölyttävien lajien koirailta on tarkempi näkö kuin muilla hönteisillä. Se pystyy aistimaan jaloillaan sokeripitoisuuden 100-200 kertaa herkemmin kuin ihminen kielellään ja niiden tuntosarvista on löydetty runsas 9200 hajukarvaa. (Mikkola & Tanner, 2001, s.54)

5.2.5 Kasvin fyysinen itsesäätely

Kukalla meden erityys on erilainen eri päivinä ja vuorokauden aikoina, säätilan, kosteuden ja maan ravinnepitoisuuden vaikuttaessa siihen. Monella kukalla meden erityys on voimakkainta aamupäivällä. (Söderman & Leinonen, 2003, s.28) Kasvi pyrkiikin rajoittamaan medeneritystään ohjailukseen pölyttäjän oikeaan aikaan ruokailemaan saman lajin kukissa. (Kalpala, 2018, s.145) Joillakin kasveilla on jopa oikeaa pölyttäjää varten kukassa laukaisumekanismi, joka vapauttaa siitepölyn vasta kun tietyn painoinen hyönteinen laskeutuu kukkalehdelle. (Parkkinen ym., 2018, s.39)

Tel Avivin yliopistossa tutkittiin kasvin reaktioita pölyttäjähönteisen ääneen. Tutkimuksen osapuolina olivat eräs iltahelokkilaji (*Oenothera drummondii*) ja kasvin pääpölyttäjät; etelänpäiväkiitäjä (*Macroglossum stellatarum*) sekä kaksi eri mehiläislajia (*Apis*). Kasvi altistettiin lentävän pölyttäjähönteisen siipien ääniaalloille ja samojen taajuuksien synteettisille äänisignaaleille. Selvisi, että kasvin kukka alkoi tuottaa makeampaa mettä noin kolmen minuutin kuluttua oikean taajuisesta äänestä. Meden sokeripitoisuus kasvoi maksimissaan 20% korkeammaksi pölyttäjän äänelle altistuksen jälkeen. Kasvit myös vastasivat ääneen tärisevästi mekaanisesti. Reaktiosta päätellen, kasvin on mahdollista säädellä resurssejaan ja keskittyä ajankohtaan, jolloin pölyttäjät ovat aktiivisimmillaan. Makeamman meden tuottaminen vaatii kasvilta erityisen paljon kalliita energiavaroja. Niitä ei kannata tuhlaa muille kuin sellaisille hönteisille, jotka maksavat medestä kuljettamalla kasvin siitepölyä toiseen kasviin. Pölyttäjän löydettyä runsaan mesilähteen, palaa se uudestaan paikalle ruokailemaan. Yhteiskuntahönteiset taas viestivät myös muulle yhdyskunnalle hyvästä mesilähteestä. Meden keruu keskitetään tähän tiettyyn kasviin ja pölytys hyöty kasville on taattu. Kasvi hyödyntää toimintatapaa lisäämällä meden määrää varmistaen tällä hönteisen paluun paikalle. (Hadany ym., 2018)

5.2.6 Kasvilajiuskollisuus

Kukkien ja pölyttäjien evoluution kuljettua käsikädessä, kasvilajien ja pölyttäjien tarpeet ovat muodostaneet ns. lajiriippuvaisuuksia tiettyjen kasvien ja tiettyjen pölyttäjien välille. Koevoluutiossa kasvin sekä pölyttäjän ominaisuudet ovat kehittyneet olemaan molemmille hyödyksi. Eräs tapa, jolla kasvi ohjailee pölyttäjiä, on rajoittamalla ravinnon tarjoilu-aikaa. Jokaisella kasvilajilla on oma kukinta-aika, sekä kukan päivittäinen aukeamis- ja

sulkeutumisaika, jonka ansiosta siitepöly mitä todennäköisemmin päätyy saman lajin kukkaan. Se, että useat hyönteislajit suosivat saman kasvilajin tai suvun kasveja meden keruussa on suorastaan edellytys onnistuneelle pölytykselle. Ristipölytyksen ja pölyttäjien laajan toimintasäteen ansiosta etäistenkin sukusolujen yhtyminen on mahdollista ja geneettinen kirjo pysyy moninaisena. (Kalpala, 2018, s.145-146)

Mesipistiäiset voidaan jakaa siitepölyn keräämisen suhteen neljään ryhmään. Kaikenlaisista kukista keräävät lajit (polylektiset), kaikenlaisista kukista keräävät, mutta tiettyjä kasviheimoa, tai -sukua suosivat lajit (preferentit), vain tietyn kasviheimon kukista keräävät lajit (oligolektiset) ja lajit, jotka keräävät siitepölyä vain tietyn kasvisuvun tai -lajin kukista (ahtaasti oligolektiset ja monolektiset). kts taulukko 4. Suomessa tavataan vain muutama polylektinen laji. Nämä ovat aitososiaalinen tarhamehiläinen ja useat alkeellisesti aitososiaaliset lajit kuten, kimalaiset ja muutama mehiläislaji. Näiden lajien polylektisyys, johtuu pitkästä koko kasvukauden kestoisesta siitepölyn ja meden keruu tarpeestaan, minkä ison yhteiskunnan elämä tuottaa. Yhden kasvilajin- tai suvun kukinta-aika kestää vain osan yhteiskuntana elävien lajien pesintäajasta. Kasvukauden aikana yhteiskuntana elävät mesipistiäiset keräävät ravintoa monesta eri aikaan kukkivasta kasvilajista. Toisen ääripään eli oligolektisten lajien osuus maailman kaikista siitepölyä keräävistä mesipistiäisistä on suurin noin 50-60 %. Suomessa esiintyvistä lajeista oligolektisiä lajeja on arviolta 25 %. Ahtaasti oligolektisinä lajeina voidaan pitää 10 % Suomessa esiintyvistä mesipistiäisistä. kts taulukko 5. Useiden erakkomehiläislajien menestymisen tausta on ollut erikoistua tietyn kasvilajin pölyttämiseen. Oligolektiset lajit ovat kuitenkin herkkiä ympäristön muutoksille ja oman ravintokasvinsa häviämislle. Tämä onkin syy joidenkin mesipistiäislajien uhanalaistumiselle. (Söderman & Leinonen, 2003, s.27-28)

Taulukko 4. Mesipistiäisten kasvilajirajoittuminen. (Söderman & Leinonen, 2003, s.27-28)

Termi	Selite
polylektinen	kaikenlaisista kukista keräävät lajit
preferentti	kaikenlaisista kukista keräävät, mutta tiettyjä kasviheimoa, tai -sukua suosivat lajit
oligolektinen	tietyn kasviheimon kukista keräävät lajit
ahtaasti oligolektinen + monolektinen	tietyn kasvisuvun tai -lajin kukista keräävät lajit

Taulukko 5. Kasviheimoja, joista Suomen mesipistiäislajeista oligolektiset ja ahtaasti oligolektiset lajit keräävät ravintonsa. (Söderman & Leinonen, 2003, s.27-28)

Pölyttäjät	Kasviheimot- ja suvut
<p>Kasviheimot, joissa käy oligolektisia, vain tietyn kasviheimon kukkien siitepölyyn erikoistuneita mesipistiäislajeja.</p>	<p>leinikkikasvit, resedakasvit, pajukasvit, kanervakasvit, esikkokasvit, ruusukasvit, hernekasvit, horsmakasvit, sarakukkaiskasvit, purtojuurikasvit, huulikukkaiskasvit, kellokasvit, asteri- ja sikurikasvit *</p>

Suomessa luonnonvaraisten mesipistiäisten on todettu käyvän 300 luonnonkasvisuvun kukissa. Tähän määrään lisätään vielä viljelykasvisuvut. Tarhamehiläisen (*Apis mellifera*) on tavattu käyvän Etelä-Suomessa, jopa 600 kasvilajissa. Suuri osa näistä kasveista on viljeltyjä koristekasveja. (Söderman & Leinonen, 2003, s.27-28) Pölyttäjäpalveluiden tarhamehiläiset keräävät siitepölyä lähimmästä kasvista ja lentävät kauemmaksi, jos tulkitsevat kauempaa saatavan ravinnon olevan parempaa. Mehiläisten tehokkuuteen pölyttäjinä vaikuttaa paljon niiden kukkauskollisuus. (Savolainen, 2018, s.63.) Mehiläiset keräävät kaikenlaisista kukista mettä ja siitepölyä, mutta rupeavat suosimaan tiettyjä kasviheimoja tai -sukuja alueellisesti parhaan ravintokasvit löydettyään.

Myös perhoslajeja voidaan luokitella niiden toukka ajan ravintokasvien mukaan. Monilla ruoho-, pensas- ja puulajeilla eläviin lajeihin (polyfagit), vain tiettyyn kasviheimoon ravintokasvinsa rajoittaviin lajeihin (oligofagit) sekä vain yhteen kasvilajiin ravintokasvinsa rajoittaviin lajeihin (monofagit). Lähes kaikki Suomessa esiintyvät päiväperhoset ovat, joko oligofageja tai monofageja ja syövät yhden heimon kasveja tai enintään muutamia lähisukuisia kasveja. Vain yksi laji on polyfaginen. (Mikkola & Tanner, 2001, s.32) Moni perhoslaji onkin nimetty toukkamuodon ravintokasvin mukaan kuten tamminopsasiipi (*Favonius quercus*) ja Suomen kansallisperhonen, paatsamasinisiipi (*Celastrina argiolus*). Toukkavaiheiden käyttäessä ravinnokseen vain yhtä tai muutamia lähisukuisia kasveja on perhoslajien esiintyvyys tiukasti sidoksissa ravintokasvilajien esiintyvyyteen. (Kalpala, 2018, s.62)

Taulukko 6. Perhosten kasvilajirajoittuminen toukka ajan ravintokasvien mukaan. (Mikkola & Tanner, 2001, s.32)

Termi	Selite
polyfagit	monilla ruoho-, pensas- ja puulajeilla eläviin lajeihin
oligofagit	tiettyyn kasviheimoon ravintokasvinsa rajoittaviin lajeihin
monofagit	yhteen kasvilajiin ravintokasvinsa rajoittaviin lajeihin

Kukkauskollisuus saattaa vaihdella myös pölyttäjäyksilöittäin. Saman kimalaispesän eri yksilöillä voi olla toinen uskollisuuden kohde ja näin ollen pesään kerääntyy monen eri kasvilajin mettä ja siitepölyä. Kimalainen muistaa hyvän kukkakohteen sijainnin jopa monen päivän ajan. Usein palatesaan ravinnonkeruu paikalle käy kimalaisyksilö kukat läpi aina samassa järjestyksessä. Vaikka kimalainen onkin valinnut jonkin pääpölytys kasvin, jolle se on uskollinen. Kartoittaa se kuitenkin koko ajan, myös muita potentiaalisia ravintokasveja. Kun ravinto päälajista ehtyy, on kimalaisella heti tiedossa uusi kasvilaji, josta alkaa keräämään ravintoa. Kasvien kukinta ajoittuu kasvukauden eri aikoihin. Näin kimalainen saa kerättyä läpi kasvukauden ravintoa. (Parkkinen ym., 2018, s.43)

Perhoset suosivat kukintoja tai tiheitä kukkakasvustoja, kuten niittyjä. Ne voivat tällöin siirtyä kävellen kukasta toiseen. Lentäminen kuluttaa monin verroin enemmän energiaa kuin käveleminen ja jo pelkkä ruumiinlämmön kohottaminen lentämisen tasolle vie aikaa. (Mikkola & Tanner, 2001, s.26) Ketojen ja niittyjen hyönteisfaunasta varsin suuri osa on vain tiettyihin kasveihin tai kasvisukuihin erikoistuneita siitepölynkerääjiä, oligolekteja lajeja. (Söderman & Leinonen, 2003, s.19)

5.3 Kasvilajeja Suomen pölyttäjähönteisille

Tässä opinnäytetyössä keskitytään luontaisesti Suomessa esiintyviin kasveihin ja lähinnä monivuotisiin hyönteispölytteisiin kasveihin.

Suomessa pölyttäjähönteisille parhaat elinalueet ovat vähentyneet elinympäristöjen muutosten vuoksi. Perinnebiotoopeista kedot ja niityt ovat hyönteisfaunalle elinympäristönä korvaamattomia. Erinäisillä monilajisilla istutuksilla on pyritty imitoimaan luonnon omia monilajisia luontotyyppisiä. Kuitenkaan pölyttäjähönteisten elinympäristöjen lajirikasta hyönteisfaunaa ei pystytä helposti korvaamaan.

Vanhojen viljelyskasvien mukana Suomeen levinneet kulttuurihakuiset mehiläislajit ovat vuorovaikutuksessa tiettyjen kasvilajien ja sukujen kanssa. Nykyään kulttuurihakuisten mehiläislajien leviäminen Suomeen

luontaisesti on harvinaista, uusien viljelykasvilajien vähäisen tuonnin vuoksi sekä maantieteellisten leviämisesteiden, kuten sankkojen metsä-alueiden tai vesistöjen vuoksi. (Söderman & Leinonen, 2003, s.18)

Nykyisessä globaalissa maailmassa tietyt kasvilajit ovat levinneet rakentamisen ja puutarhakulttuurin myötä hyvin laajasti ympäri maailmaa. Viher-rakentamisessa käytetty kasvilajisto on varsin suppea verrattuna luonnon-tilaisten ekosysteemien lajikirjoon. Liiallinen jalostus on myös heikentänyt useiden koristekasvien kukkien ominaisuuksia mesikasveina. Erinäiset ker-rannaiset ja suurikukkaiset muodot eivät houkuttele pölyttäjiä niin tehok-kaasti kun lajin maatiaismuodot. Maatiaismuodoilla on havaittu esim. ole- van suuremmat mesivarastot jalostettuihin verrattuna. Jotkin jalostetut kasvilajit eivät lainkaan houkuttele pölyttäjiä viheralueilla, vaikka olisivat- kin luontaisessa muodossaan riippuvaisia hyönteispölytyksestä. Osasta on hävinnyt jalostuksen saatossa mesi, mutta siitepölyn vuoksi kukissa käy vielä pölyttäjiä. Esimerkkejä tällaisista kasvisuvuista ovat pionit (*Paeonia*), unikat (*Papaver*) ja tulppaanit (*Tulipa*). (Mikkola & Tanner, 2001, s.93)

Pölyttäjälajien muodostamat kumppanuussuhteet tiettyjen kasvilajien kanssa, määrittävät niille parhaat ravinnonkeruukasvit. Söderman & Leino- nen ovat listanneet mesipistiäisten suosikkikasvisuvut Suomessa. Listaus on koottu Paavo Niemelän (1964), Rabbe Elfvingin (1968), Pekkarisen & Teräksen (1998) havainnointien tuloksista. Kts. Taulukko 7. Useat eri tutki- jat ovat seuranneet ja havainnoineet mesipistiäisten kukissa käyntiä. Tä- män kaltaisen tiedon perusteella voidaan määrittää kunkin pölyttäjälajin kumppanuuskasvit.

Taulukko 7. Mesipistiäisten suosikkikasvisuvut Suomessa. Paavo Niemelän (1964), Rabbe Elfvingin (1968), Pekkarisen & Teräksen (1998) havainnoin- tien mesipistiäisten kukissa käynneistä perusteella tehty listaus. (Söder- man & Leinonen, 2003, s.27)

Suomeksi	Latinaksi
Keltanot	(Hieracium)
Hanhikit	(Potentilla)
Voikukat	(Taraxacum)
Horsmat	(Epilobium)
Kurjenpolvet	(Geranium)
Kaunokit	(Centaurea)
Maitiaiset	(Leontodon)
Tädykkeet	(Veronica)
Apilat	(Trifolium)
Kellot	(Campanula)
Puolukat	(Vaccinium)
Vatukat	(Rubus)

Pajut	(Salix)
Virnat	(Vicia)
Ohdakkeet	(Cirsium)
Kultapiisku	(Solidago)
Kärsämöt	(Achillea)
Nätkelmät	(Lathyrus)
Kanervat	(Calluna)
Ajuruohot	(Thymus)
Ruusuruohot	(Knautia)
Karhunputket	(Angelica)

Tarhamehiläisen (*Apis mellifera*) tärkeimmiksi hunajakasveiksi Suomessa lukeutuvat Söderman & Leinosen mukaan valkoapila (*Trifolium repens*), al-sikeapila (*Trifolium hybridum*), kanerva (*Calluna vulgaris*), maitohorsma (*Epilobium angustifolium*) ja pajut (*Salix*). (Söderman & Leinonen, 2003, s.28-29) T.H. Savolainen vahvistaa havainnon mainitessaan tarhamehiläisten parhaiksi medenkeruualueiksi: apila- ja rypselot, kukkaniityt, hakkuuaukeamat, joissa kasvaa horsmaa (*Epilobium*) ja vadelmaa (*Rudus*), sekä hedelmä ja marjatarhat. Lisäksi hän mainitsee, että Suomessa tarhamehiläinen kerää pääsatonsa pääasiassa vadelmasta (*Rubus*), maitohorsmasta (*Epilobium*) ja rypselistä (*Brassica*). (Savolainen, 2018, s.73, 105.) Rypsi on Suomen tärkein ja laajimmin viljelty öljykasvi. Kasvi on hyönteis-pölytteinen ja useat viljelmät käyttävät apunaan pölyttäjäpalveluja. (Ruo-
katieto yhdistys ry n.d)

Kimalaisia houkuttaa suuret tai monimutkaiset ja epäsymmetriset kukat. Pienet kukat houkuttavat, jos ne ovat suurina kukintoina. Kimalaiset suosivat myös torvimaisia tai kannuksellisia kukkia. Suosituimpia luonnonvaraisia ravintokasveja kimalaiselle ovat maitohorsma (*Epilobium*) ja ruusu-ruoho (*Knautia*). Muita suosittuja ovat ahdekaunokki (*Centaurea*), hiirenvirna (*Vicia*), kanerva (*Calluna*), kultapiisku (*Solidago*), maitikka (*Melampyrum*), vadelma (*Rudus*), voikukka (*Taraxacum*) ja hernekasvit (Fabaceae). (Parkkinen ym., 2018, s.39, 40, 44)

Hunajan monimuotoisuuden kannalta katsottuna asutuksen keskelle kaupunkiin sijoitetun mehiläisyhdyskunnan valmistamassa hunajassa on käytetty laajempi kirjo eri kasvilajien siitepölyä. Myös kasvinsuojeluaineiden esiintyminen on vähäisempää. Kaupunkialueella on usein maaseudun viljelyalueita monipuolisempi kasvilajisto. (Savolainen, 2018, s.73.) Luonnonvaraisten mesipistiäisten tärkein kevään ravinnonlähde ovat pajujen (*Salix*) hedekukat. Aikaisin keväällä liikkeelle lähteville kimalaisille (*Bombus*) pajut ovat usein ainoa ravinnonlähde. Paju on hyvä ravinnonkeruukasvi ja monet mesipistiäislajit ovatkin erikoistuneet niihin. (Söderman & Leinonen, 2003, s.17)

Useat perhoskasvit menestyvät kasvualustaltaan multavilla, hiekan sekaisella, huokoisessa maaperässä. Monet ovat myös biotooppityypiltään kalliosten, kivikkoisten paahteisen kuivien hiekkamaiden kasveja. Niityt, kedot ovatkin elinalueina tärkeimpiä perhosille ja muille pölyttäjille. Mm. perhosille on energiataloudellisesti edullista, että ne voivat siirtyä kävellen kukasta toiseen. Tärkeä tekijä myös kukan muodossa on, että kukka toimii ns. laskeutumisalustana perhoselle. Pitkänomainen kukan muoto on oivallisin ja tällainen kukanmuoto on esim. mykerökukkaisilla, huulikukkaisilla, hernekasveilla ja purtojuurikasveilla. Näissä kasveissa on myös riittävän sokeripitoinen mesi perhosille. Nämä tekijät tekevät kyseisistä kasveista parhaimpia ravintokasveja perhosille. Kts. Taulukko 8. (Mikkola & Tanner, 2001, s.26, 92-93, 96)

Taulukko 8. Parhaat perhoskasviheimot Mikkolan & Tannerin mukaan. (Mikkola & Tanner, 2001, s.92)

Suomeksi	Latinaksi
Mykerökukkaiset	(Asteraceae) eli (Compositae)
Huulikukkaiset	(Lamiaceae)
Hernekasvit	(Fabaceae)
Purtojuurikasvit	(Dipsacaceae)

Lehtipuut ovat yksi tärkeä perhosten ravinnonlähde. Perhoslajeja elää puista saadulla ravinnolla sekä toukkana, syöden kasviainesta, että perhosena nauttien kukkien medestä. Suomessa lukuisien perhoslajien käyttämiä puulajeja ovat mm. pajut (*Salix*), omena- ja muut hedelmäpuut, koivut (*Betula*), haavat (*Populus*) sekä lepät (*Alnus*). Myös jalopuissa kuten, tammi (*Quercus*), jalava (*Ulmus*), vaahtera (*Acer*) ja lehmus (*Tilia*), tavataan sekä toukkia että aikuisia perhosia. Piha-alueiden ns. rikkaruohoissa saattaa elää perhosen toukkavaiheita. Asutus-alueiden rikkaruohottomuuden suosiminen tekee hallaa niillä esiintyvillä perhoslajeille. Esim. nokkosta (*Urtica*) syövät useat perhosentoukat. Muita hyviä perhosentoukkien ravintokasveja ovat mm. karhunputki (*Angelica*), ohdake (*Cirsium*), pietaryrtti (*Tanacetum*), virmajuuri (*Valeriana*), koiranputki (*Anthriscus*), sananjalka (*Pteridium*), mesiangervo (*Filipendula*). (Mikkola & Tanner, 2001, s.84)

6 MONIMUOTOISET KASVIYHDYSKUNNAT

Luonnon monimuotoisimmat kasviyhdyskunnat kasvavat puuttomilla alueilla. Suomen luonnon monilajisimmat luonnonkasviyhdyskunnat ovat perinnebiotooppeja. Laidunnuksen ja niiton aikaan saannoksena alueiden kasvilajisto on valikoitunut hyvin monimuotoiseksi ja karujakin olosuhteita

kestäväksi. Toimivaa kasviyhdyksuntaa pyörittävä voima on sen tarkka ravinteiden kierto ja tasapaino, oma ekosysteemi. Monilajisessa kasviyhdyksunnassa luonnon kirjo on kehittynyt äärimmilleen.

Nykyisen puutarhakulttuurin trendiksi on noussut viime aikoina rakennetut monimuotoiset kasviyhdyksunnat. Rakennetuilla monimuotoisilla kasviyhdyksunnilla imitoidaan luonnon kasviyhdyksuntien luontaista toimintaa. Suuntaus on omiaan tuomaan lajiköyhälle rakennetulle ympäristölle monimuotoisuutta. Vaikka näillä kasvillisuusalueilla ei eliömäärältään päästäkään luonnon monimuotoisten kasviyhdyksuntien tasolle, ovat ne silti tervetullut ja odotettu suunnan muutos puutarhakulttuurin historiassa.

6.1 Perinnebiotoopit

Niittytyypistä kasvillisuutta on ollut olemassa läpi maapallon historian. Esim. pleistoseenikaudella suuret laiduntajat; mammutit, alkuhärät, villihevoset, pitivät yllä laajoja heinäisiä, puuttomia, savannikasvillisuusalueita. Tällaisten alueiden ylläpitämiseen on aina tarvittu laiduntajien olemassaolo. Nykyiset perinnebiotooppien lajit; kasvit, hyönteiset jne. ovat olleet osana heinittyneitä kasvillisuusalueita ja kehittyneet evoluution saatossa yhä monimuotoisemmiksi. Laiduntavat lajit ovat vain vaihtuneet. Laidunperinteiden kehittyminen osaksi karjataloutta auttoi synnyttämään uudenlaiset, heinittyneet biotoopit, joita kutsumme niiden kulttuurihistoriallisten, maisemallisten ja biologisten arvojen vuoksi perinnebiotoopeiksi. (Yle Areena, 2019) Nämä vuosisataisen karjatalouden muovaamat luontotyyppit lähtivät harvinaistumaan 1900-luvun vaihteessa, maatalouden suurien muutosten myötä. 1860-luvun katovuodet olivat saaneet aikaan tarpeen maatalouden tehokkuuden parantamiseksi. Vähitellen perinteisestä laiduntamisesta siirryttiin tehokkaampaan karjan tuotantosuuntaan. Niittyjä raivattiin pelloiksi ja peltoalaa alkoi olla niin, että peltoja voitiin jättää vuorollaan heinämaiksi. Rehua alettiin siis kasvattamaan pelloilla. (Vainio, ym., 2001, s.5, 29)

Kylvöheinän viljelyn suosiota edisti entisestään väkirehun käyttöönotto 1920-luvulla. Toisen maailmansodan jälkeen maatalous on koneellistunut nopeasti ja uuden teknologian käyttöönotto on saanut maatalouden tehostumaan entisestään. Perinteinen metsälaidunnus oli säilynyt 1950–1960-luvulle asti. Laidunnusperinteet loppuivat viimeistään rehuntuotannon siirtyessä pelloille ja lopullisen iskun perinnebiotooppien harvinaistumiselle Suomessa toi 1970–1980 metsäteollisuuden kasvuun perustunut metsäverotus. Se lopetti metsälaidunnuksen lähes kokonaan ja aiheutti useiden perinnebiotooppien metsittämisen. (Vainio, ym., 2001, s.29-31)

Perinnebiotooppien harvinaistumiseen alettiin Suomessa kiinnittämään huomiota 1970-luvun lopulla. Perinnebiotooppien tilan arviointeja ja kar-

toituksia 1900-luvun lopulta 2000-luvulle on tehty useita. Perinnebiotooppien tila on osoittautunut huonommaksi, kuin alun perin oli arveltu. Perinnebiotooppien säilyttämisen nykyisenä ongelmana on ettei perinteinen niitynhoito ole taloudellisesti kannattavaa viljelijöille ja karjatiloille. Perinnebiotooppien säilyminen vaatii jatkuvaa ylläpitoa laidunnuksen keinoin. Kuitenkin nykyinen laiduneläinten keskittyminen alueellisesti Suomen keski- ja pohjoisosiin tuottaa ongelmia perinnebiotooppien hoidon järjestämiselle. Laiduntavaa karjaa ei ole saatavissa siellä, missä arvokkaita perinnebiotooppeja on. Tehomaatalous on keskittänyt karjatalouden ja viljelyn omille alueilleen. (Vainio, ym., 2001, s.31, 34)

6.1.1 Niityt ja kedot

Perinnebiotoopeista on otettu tähän opinnäytetyöhön tarkemmin tarkasteltavaksi keto sekä tuore niitty biotoopit, sillä suunnittelukohteessa kasvivilvaistutuksiin on suunniteltu kallioketoistutus sekä tuore niitty istutus.

Monilajisimmat kasviyhdykskunnat Suomessa löytyvät kedoilta ja kuivilta niityiltä. Rikas lajikirjo on kehittynyt alueille perinteisen laidunkäytön ansiosta, joka on jatkunut alueilla, jopa vuosisatojen ajan. Maaperä on tämän ansiosta köyhtynyt ja alueille on muodostunut aivan omanlaisensa kasvi ja hyönteislajisto. (Mikkola & Tanner, 2001, s.76) Jokaiselle niitylle muotoutunut kasvillisuus on omanlaisensa alueellisten tekijöiden mukaan, kuten; maankäytön, maalajin, maaperän ravinteisuuden, maaperän ph-arvon, alueellisen ilmaston ja topografian mukaan.

Niittyjen määrä Suomessa romahti 1900-luvun alkupuolella maatalouden tehostuessa koneellistumisen myötä. Nykyisin jäljellä on enää prosentti historiallisista niityistä. Myös kaikkien niittytyyppien laatu on heikennyt merkittävästi. (Raatikainen, 2018) Nykyisten niittyjen kasvillisuus poikkeaa merkittävästi mm. 1900-luvun alun kasvillisuudesta. Muutoksen pääasiallinen syy on rehevöityminen, joka muuttaa niittyjen lajistoa vähälajisemmaksi. Rehevöityessä ja metsittyessä, kasvillisuus muuttuu ja niihin sidoksissa olevat muut eliölajit häviävät vähitellen. Niityillä esiintyneet kasvi- ja hyönteislajit ovat uhanalaistuneet ja osin hävinneet. Terveet niityt ylläpitävät runsasta hyönteislajistoa. Näiden elinympäristöjen lajit eivät sopeudu helposti uusille elinalueille. (Raunio, ym., 2008. s. 411, 417) Suomessa esiintyvistä kasvilajeista sukupuutto uhkaa yhteensä 197 lajia. Näistä kolmannes on perinnebiotooppien lajeja. Kasvilajeista on jo hävinnyt 332 lajia, joista 122 oli perinnebiotoopeissa esiintyviä. Kaiken kaikkiaan perinnebiotoopeissa elää 524 uhanalaista lajia. Taantuneita lajeja on 357. Valtaosa näistä lajeista on perhosia, kovakuoriaisia ja muita hyönteislajeja, joista yli puolet on erikoistunut elämään vain kuivilta niityillä ja kedoilla. Niittybiotoopeissa esiintyy, myös lukuisia uhanalaisia sieni-, jäkälä-, ja sammallajeja. (Raatikainen, 2018)

Ketoja eli kuivia niittyjä on Suomessa jäljellä hyvin vähän, kokonaisalaltaan 349 ha verran. Näistä vain 36% on hoidettuja. Laiduntamalla hoidetaan 33% ja niittämällä 3%. Selvästi eniten ketoja on Varsinais-Suomessa ja seuraavaksi eniten Lapissa. Kedot kehittyvät hiekka-, sora- ja moreenimaille. Usein ketoja esiintyy mosaiikkimaisesti tuorempien niittytyyppien yhteydessä. (Vainio ym., 2001. s.50-53)

Ketotyyppien erottaminen toisistaan on vaikeaa, johtuen siitä, että monin paikoin kedon tyyppilliset piirteet ovat vähenemässä umpeenkasvun ja rehevöitymisen myötä. Useiden ketojen kasvillisuus on muuttunut tuoreen heinäniityn kaltaiseksi. Ketokasvillisuus on tyyppitelty heinä- ja pienruohovaltaisiksi, karuiksi ja kalkkivaikutteisiksi kedoiksi sekä harvinaisiksi kangaskedoiksi eli varpuniityiksi. Monin paikoin jako heinä- ja ruohovaltasiin on kuitenkin hankalaa. Kuivat heinäniityt ovat kedoista yleisimpiä ja kangaskedot harvinaisimpia. Ketotyyppien moninaisuuteen ulottuvuuden tuo myös kasvilajien määrän eteläpainotteisuus. Sekä yksi- ja kaksivuotisten ketokasvilajien määrä vähenee etelästä pohjoiseen siirryttäessä. (Vainio ym., 2001. s.50-53)

Ketoja uhkaa käytön loputtua heinittyminen ja metsittyminen, rehevöityminen ja kasvilajiston yksipuolistuminen. Kedoilla kasvupaikan kuivuus kuitenkin hidastaa umpeenkasvua, ja kasvillisuus saattaa säilyä matalana melko pitkään hoidon päätyttyä. (Vainio ym., 2001. s.50-53)

Tuore niitty on yleisin kaikista niittytyypeistä. Suomessa tuoreita ja kosteita niittyjä on 2061 ha. Parhaiten tuoreet niityt ovat säilyneet Varsinais-Suomessa jokilaaksojen rinteillä, joissa niitä on yli 600ha. Runsaasti tuoreita niittyjä on myös Pohjanmaalla sekä vaikeasti muokattavissa olevilla kivikkoisilla mailla muiden perinnebiotooppien yhteydessä pieninä laikkuina. Tuoreita niittyjä esiintyy kaikilla kivennäismailla, etenkin savi- ja karkeilla kivennäismailla. Niiden kosteusolosuhteet ovat kuivien ja kosteiden niittyjen väliltä. Keskimääräinen tuoreen niityn ala on noin yksi hehtaari. Tuoreiden ja kosteiden niittyjen alasta noin 2/3 on laidunnettuna ja 4% hoidetaan niittämällä. Hoitamattomana ja kasvamassa umpeen on 1/4. (Vainio ym., 2001. s.53-57)

Tuoreet niityt voivat olla kasvillisuustyyppiltään tuoreita pienruohoniittyjä, tuoreita suurruohoniittyjä ja tuoreita heinäniittyjä. Tuoreet pienruohoniityt ovat runsaimpia niittytyyppejä. Pienruohoniittyjen kasvillisuus kehittyi tuoreelle niitylle vasta perinteisten niitynhoitotoimien, laidunnuksen ja niiton seurauksena. Myös heinävaltaisia niittyjä esiintyy myös paljon. Näillä niityillä perinteinen käyttö on joko lopetettu, niillä harjoitetaan rehevöitäviä laidunkäytäntöjä tai ne ovat olleet aiemmin viljelykäytöllä. Näin ollen kasvisto on heinittynyttä ja yksipuolista. Suurruohoniitty kasvillisuutta tapaa pieninä laikkuina muiden tuoreiden niittytyyppien seassa. (Vainio ym., 2001. s.53-57)

Tuoreiden niittyjen kasvillisuus on useimmiten melko yksipuolista. Tuoreista niittytyypeistä suurruohoniityt ovat erityisen niukkalajisia. Pienruohoniityiltä on kuitenkin löydetty suuri joukko uhanalaisia ja huomionarvoisia putkilokasveja. Perinteisesti hoidetuilla tuoreilla niityillä keskimääräinen lajimäärä putkilokasveja neliömetrillä on 30kpl. (Vainio ym., 2001. s.53-57)

Tuoreet niityt ovat erityisen alttiita umpeen kasvulle hoidon lakattua, sillä kosteus ja ravinteikkaus nopeuttaa umpeen kasvamista. Tuoreet ja kosteat niityt menettävätkin nopeammin arvonsa perinnebiotooppina. (Vainio ym., 2001. s.53-57)

Perinnebiotooppien kunnostus ja hoito ovat tärkein keino ehkäistä lajien sukupuuttoa ja uhanalaistumista. Nykyisin Suomessa on hoidon alla noin 30 000 hehtaaria perinnebiotooppeja. Jotta niiden lajisto ei uhanalaistuisi enempää, määrää pitäisi kaksinkertaistaa. Useimmat niittykasvillisuuden lajit häviävät, kasvupaikasta riippuen, yhden tai muutaman vuosikymmenen kuluessa. Peruskunnostukseksi hoitamattomille niityille riittää usein raiwaus ja laiduntamisen uudelleen aloittaminen. Maassa oleva siemenpankki on vielä tallella, eikä alueelle tarvitse uudelleen kylvää siemeniä. Lajiston ylläpitämiseksi perinnebiotoopeilla tulee vallita negatiivinen ravinnetalous. Alueelta siis poistuu enemmän ravinteita kuin tulee lisää. Niitto köydyttää maaperää laiduntamista tehokkaammin. Tärkeää on kuitenkin niittojätteen korjaaminen pois niityltä. Perinnebiotooppeja tutkinut Kaisa Raatikainen esittää niittoniityn minimikooksi yhden hehtaarin ja laidunkäytössä olevan niityn minimikooksi viisi hehtaaria. (Raatikainen, 2018) Käyttämättömiä perinnebiotooppeja on saatu jonkin verran lisää hoidon piiriin. Alueita on otettu takaisin etenkin laitumiksi ja niittäminen on hyvin vähäistä. Kunnostusta ja laidunkäyttöön uudelleen ottoa on tehty eripuolilla maata maatalouden ympäristöohjelman erityistuen turvin. Perinnebiotooppien hoito perinteisin tavoin on viljelijän näkökulmasta työlästä, aikaa vievää ja kallista. Kustannukset vaihtelevat kohteittain. Pelkona on nykyisten perinnebiotooppi alueiden hylkääminen tilojen maataloustoiminnan lopettamisen myötä. Suomessa ei ole yksityisille maanomistajille suunnattua perinnebiotooppien hoidon tukijärjestelmää. Tällaisia löytyy esim. useasta Euroopan maasta. (Vainio yms. 2001. s.101-102)

Uusi suuntaus perinnebiotooppien näkyvyydelle on sen suosion nousu pihamailla ja kaupunkiympäristössä. Huoli luonnonmonimuotoisuuden vähenemisestä on tuonut niityt ja muut monimuotoiset istutustyypit pinnalle ja ns. trendiksi. On huomattu, kuinka niityillä voidaan lisätä kaupunkien luonnon monimuotoisuutta perustamalla niitä taajamiin asunalueiden sekaan, joutomaille. Tiiviissä kaupunkikeskusta miljöössä niitty soveltuu jopa viherkatolle. Kaupunkiniityt tuovat alueelle uutta visuaalista ulottuvuutta ja tarjoavat elinympäristön uhanalaisille pölyttäjille ja kaupunkiympäristön lajikirjo saadaan. (Nyberg, 2017)

On havaittu, että niittyjen lajikirjo elää, niityn eri kehitysvaiheissa. Niittyjen kehityksen vaikutusta perhosiin on tutkittu Alppien rinteillä (Erhardt, 1985) Alueen ilmasto on hyvin paljon Suomen ilmaston kaltainen. Tutkimuksissa havainnoitiin esim. hylättyjen nurmialueiden kehittymistä ja huomattiin, että korkein perhosten lajimoninaisuus havaittiin alueiden varhaisissa kehitysvaiheissa. Kun alueille kasvoi puuvartisia kasveja; varpuja ja pensaita, alkoi lajien monimuotoisuus nopeasti laskea. Sen sijaan tehokkaasti laidunnetuilla niityillä havaittiin korkeampi lajikirjo kuin niityillä, jotka niitetään ja jätetään lannoittamatta. Laidunnetut niityt lannoittavat itse itsensä. Niityn perhosfauna kuvastaa hyvin niityn kehitysvaihetta ja näin ollen sitä voidaan käyttää indikaattorina. (Mikkola & Tanner, 2001, s.60) Sama kehitys voidaan huomata rakennetun ympäristön joutomaiden kasvillisuuden kehityksessä. Näillä ruderaattialueilla moninaisin lajikirjo, niin kasvi kuin eläinlajeilla on alueen varhaisessa kehitysvaiheessa. Ajan myötä paikalle vakiintuu lajisto, joka on suppeampi. Ruderaattialueille tyyppillistä on myös kasvilajiston alkuperän monimuotoisuus. Rakennetun ympäristön laita-alueilla olevien joutomaiden lajisto pohjautuu sekä alueen luontotyyppeihin, että kaupunkiympäristön lajistoon.

6.2 Rakennettu monimuotoisuus

Rakennetussa ympäristössä istutusalueet ovat perinteisesti olleet hyvin intensiivisesti hoidettuja ja kontrolloituja. Puut, pensaat ja nurmikko jaottelu on tyyppillinen ja avoimmeksi jäänyt kasvualusta pyritään useimmiten peittämään kuorikatteella. Kaupunkialueilla kasvillisuuden ääripäinä on hyvin staattiset kasvillisuusalueet ja spontaani kasvillisuus. Kasvillisuusalueet vaativat, joko hyvin intensiivistä hoitoa tai kasvillisuuden on annettu spontaanisti kehittyä alueille, kuten joutomaille kehittynyt kasvillisuus. Suomalaisessa kasvillisuussuunnittelun perinteessä kasvillisuusalueiden ääripäiksi voidaan nimetä perinteinen perennaistutus ja niittyistutus. (Karilas, 2018, s.18, 35)

Rakennetussa ympäristössä on alueita, joiden kasvillisuuden ei tarvitse olla niin intensiivisen hoidon alaisuudessa. Kaupunkiluonnon monimuotoisuuden kannalta tiettyjen sivu ja miksei keskeistenkin alueiden jättäminen vähemmälle hoidolle on suotavaa. Alueella annetaan vallita ns. hallittu hoitamattomuus. Erilaiset karut, ravinteettomat biotoopit soveltuvat tämän kaltaisille alueille hyvin, mutta myös moni rakennetun monimuotoisuuden kasvillisuussuunnittelun suuntaus on alueille oiva ratkaisu. Hallitusti hoitamattomat alueet tulisi huomioida jo alueiden suunnittelu ja rakennusvaiheessa kasvualustoja määrittäessä, sillä kasvualusta luo perustan kasvillisuusalueelle. (Kalpala, 2018, s.123, 125)

Monimuotoisia istutusalueita on tutkittu kansainvälisesti jo 70-luvulta lähtien. Suomessa aihe on ollut esillä esim. 90-luvulla mm. hallitun hoitamattomuus käsitteen muodossa. (Karilas, 2018, s.20) Näitä hyvin samankaltaisiksi luokiteltavia monimuotoisen kasvillisuussuunnittelun suuntauksia

ovat olleet mm. luonnonmukainen-, biotooppipohjainen-, ekologinen kasvillisuussuunnittelu sekä metsäpuutarha- ja preeriapuutarha istutukset. Myös dynaamisen kasviyhdyksunnan voidaan katsoa olevan yksi samankaltaisista suuntauksista. Yhtenäistä näille kaikille on, että mallia on otettu luonnon kasviyhdyksunnista. Nämä monimuotoiset istutussuuntauksukset ovat runsaslajisina monimuotoisia ja monikerroksellisia. Joidenkin niistä annetaan kehittyä luontaisesti sukessionsa mukaisesti kuitenkin ohjaten. Osa niistä taas istutetaan luontaisen kasvillisuuden sekaan. (Lettojärvi, 2017, s.3)

Metsäkasvillisuuden tapaan jaettuna monimuotoisen kasvillisuusalueen voisi jakaa; puukerrokseen, pensaskerrokseen, kenttäkerrokseen ja pohjakerrokseen. (Kalpala, 2018, s. 87) Lisää monimuotoisuutta kasvillisuusalueelle tuo sen moniulotteisuus, kun kasvillisuutta kasvaa monessa kerroksessa. Tällöin kasvillisuusalue on myös kasvipinta-alaltaan suurempi kuin saman kokoiseen alueeseen rakennettu massaistutus ja sen hiilinielupotentiaali on myös suurempi.

Rakennetun monimuotoisuuden luonnonmukaista puutarha ideologiaa on uudelleen 2000-luvun alussa tuonut esiin Pentti Alanko kirjassaan Luonnonmukainen puutarha (2001). Suuntauksen ydinsanoma on löytää oikea kasvi oikeaan paikkaan mm. oikeaan kasvupaikkaan, maaperään, olosuhteisiin ja ilmastoon. Kasvien annetaan levitä vapaasti, mutta valikoiden ja ohjaten. Pentti Alankon (2001) mukaan perinteisen puutarhan hoidon suuritusyys johtuu ainoastaan siitä, että perinteinen puutarhanhoito on muotoutunut epäluonnolliseksi. Kliinisyys, liikaa jalostetut vaikeahoitoiset lajikkeet, väärät kasvit väärissä paikoissa ja massaistutukset tuottavat vain lisää hoitotöitä. Mentäessä luonnonmukaisempaan suuntaan, hoidon tarve vähenee ja kasvillisuusalueet hoitavat itse itsensä oman ravinteiden kierron avulla. Myös tautien ja tuholaisten kestävyys on monilajisissa, runsaissa kasviyhdyksunnissa hyvä. Kasvit valitaan oikeanlaisiin paikkoihin ja lopullisen lajien kirjjon annetaan valikoitua itsestään. Istutustavaltaan puutarhan runko koostuu peruskasveista, jotka on istutettu perinteiseen tapaan pienempiin tai laajempiin lohkoihin. Kasvillisuus on erikorkuista ja etenkin maanpeittokasvien tärkeyttä korostetaan niiden rikkaruohoja estävän vaikutuksen vuoksi. Luonnonmukainen puutarha on siis monikerroksellinen, kasvivalinnat ovat olosuhteisiin sopivat ja kasvillisuuden kehitykselle annetaan tietyn vapauksin kehittyä suuntaansa. (Alanko & Kahila, 2001, s.11-26)

6.2.1 Dynaaminen kasviyhdyksunta

Monimuotoisista kasviyhdyksunnista on otettu tähän opinnäytetyöhön tarkemmin tarkasteltavaksi dynaaminen kasviyhdyksunta, sillä suunnittelukohteessa kasvilavaistutuksiin on suunniteltu dynaaminen perennaniitty houkuttelemaan mesipistiäisiä sekä dynaaminen perennaniitty houkuttelemaan perhosia.

Dynaaminen istutus termi sijoittuu puutarhanhoidon ääripäiden staattisen- sekä spontaani kasvillisuusalueen välimaastoon. Dynaamisista kasvillisuusalueista on kansainvälisesti useita eri suuntauksia, jotka ovat kehittyneet suhteellisen samanaikaisesti eri Euroopan maissa sekä Yhdysvalloissa. Pääpiirteittäin suuntaukset ovat hyvin samanlaisia, vaikka niistä käytetään samankaltaisista asioista eri nimistä termistöä. Dynaaminen istutus yhdistää kasviekologiaa ja estetiikkaa. Kasvillisuutta käsitellään hyvin kokonaisvaltaisesti kasvukerrokset ja aika huomioon ottaen. Kasvillisuudessa sallitaan muutos, joka on kuitenkin ohjailtavissa. Kasvupaikan ominaisuuksia ja vaatimuksia, sekä kasvin elinkierto huomioidaan ja hyödynnetään. Dynaamisen istutusalueen tavoitteena on kestävä ja esteettinen kasviyhdyksunta, joka on kerroksellinen ja kehittyvä. (Karilas, 2018, s.18, 27)

Dynaamisessa kasvillisuussuunnittelussa pyritään luomaan luontaista kasviyhdyksuntaa jäljittelevä istutusalue. Esteettinen arvo kulkee tiukasti ajatusmaailman mukana, sillä dynaamiset alueet halutaan näyttävän ekologisen ilmeen rinnalla myös tarkoituksella suunnitelluilta kasvillisuusalueilta, eikä spontaanisti kehittyneiltä joutomailta. (Karilas, 2018, s.18, 23)

Kasvillisuuden on tärkeä olla paikalle sopiva. Paikan ilmastoon, kasvualustaan, vallitseviin olosuhteisiin sopiva. Maanpinta pyritään peittämään täysin kasvillisuudella. Rikkaruohoille ei jätetä aukkoja, jolloin kuorikattetta ei tarvita. Kasvillisuuden osien maatumisella ja ravinteen kierrolla on tarkoituksensa ja osansa dynaamisen istutuksen toimivuudessa. Kasvualusta ja sen mikrobisto pysyy kunnossa ilman keinotekoisia lannoitteita. Dynaaminen kasviyhdyksunta voidaan suunnitella juuri kunkin kasvupaikan olosuhteisiin. Paikalleen sopivuutta kasvillisuuteen saa ottamalla jo olevan kasvillisuuden dynaamisen istutusalueen osaksi tai käyttämällä alueella luontaisesti esiintyvää kasvillisuutta. Myös spontaanin kasvillisuuden voi ottaa osaksi dynaamista kasvillisuutta. Kasvillisuuden annetaan kehittyä alueelle itsestään, mutta tarvittaessa sitä ohjaillaan. Tai dynaamiseen kasvillisuusalueeseen annetaan spontaanisti levitä lajeja muilta alueilta. Kuitenkaan aggressiivisia vieraslajeja ei tule käyttää. Dynaamiset istutusalueet sopivat kohteisiin, joissa on ekologisia ja esteettisiä vaatimuksia, mutta hoidon pienten resurssien rajoitteissa. (Karilas, 2018, s.18, 24, 28, 29)

Dynaamisen kasviyhdyksunnan kerroksellisuus koostuu kolmesta kasvukerroksesta; rakennekerroksesta, sesonkitekemarkerroksesta ja maanpeitokerroksesta. Rakennekerroksessa istutuksen ryhdin ja luonteen muodostavat korkeakasvuiset perennat. Ne ovat voimakkaasti kilpailevia ja stressiä sietäviä. Kerrokseen kuuluvat myös puuvartistet kasvit. Sesonkitekemarkerros sisältää eri aikaan kukkivista keskikorkeista perennoista. Nämä antavat alueelle eri aikaan kukkiessa alueen vaihtelevan ilmeen. Maanpeitokerroksessa taas on maata peittäviä matalia perennoja. Näiden tehtävä on ehkäistä rikkaruohoja, minkä vuoksi niiden on kehityttävä jo varhain keväällä. Tämän lisäksi niiden on kestettävä loppukesän varjoa muiden kasvien kasvettua. Kasvilajit voivat olla myös siemenlevitteisiä ja lyhytikäisiä.

Maanpeittokerros on kerroksista tärkein sen pitäessä maanpinta kerroksen peitettyinä. Usein kerros muodostaakin prosentuaalisesti jopa puolet alueen kasvillisuudesta. Eri kerrosten osuus kuitenkin vaihtelee kasvillisuusalueen mukaan. (Karilas, 2018, s.31)

Dynaamisen kaupunkibiotoopin on tarkoitus toimia mahdollisimman itsenäisesti ja kevyellä ylläpidolla rakentamisen ja ensimmäisten kasvukausien tarkemman ylläpidon jälkeen. Kasvillisuusalueen kehittymistä on kuitenkin tarkkailtava ja ohjailtava tarvittaessa. Dynaamisissa istutusalueissa olennaista on muutos. Vaihtelua tapahtuu kasvillisuusalueessa kausi ja vuosi kohtaisesti ja myös pidemmällä ajalla alueen sukcession kehittyessä. Eri kasvit kukkivat ja kehittyvät eriaikaisesti ja vuosittaiset sääolot vaikuttavat alueen kasvillisuuteen sekä lajien selviämiseen ja runsastumiseen. Dynaamisen istutusalueen hoidossa ja seurannassa on tärkeää, että ylläpitäjä on tietoinen dynaamisen kasviyhdyksunnan ideologiasta. Muutosten ollessa sallittuja on tärkeää määrittää, kuinka paljon muutoksia alueella sallitaan, jotta tiedetään, milloin on syytä puuttua alueen kehitykseen. (Karilas, 2018, s.18, 22, 34)

Uuden dynaamisen perennayhdyksunnan perustamisen vaihtoehtoina on istuttaminen, kylvö tai niiden yhdistelmä. Istuttamisen ja kylvön yhdistelmässä voidaan saavuttaa molempien istutustapojen hyötyjä, mutta myös haasteita. Yhdistelmä on edullisempi kuin kokonaan istutettu alue ja toisaalta nopeammin näyttävä kuin kokonaan kylvetty alue. Kylvö auttaa peittämään aukot istutettujen taimien välissä. On parempi, että kasvit ovat eri kehitysvaiheissa ja eri lisäyslähdeistä, sillä alkuperän monimuotoisuus lisää kasviyhdyksunnan kestävyttä (Karilas, 2018, s.33-34)

7 KORKEASAAREN PÖLYTTÄJÄPUISTO

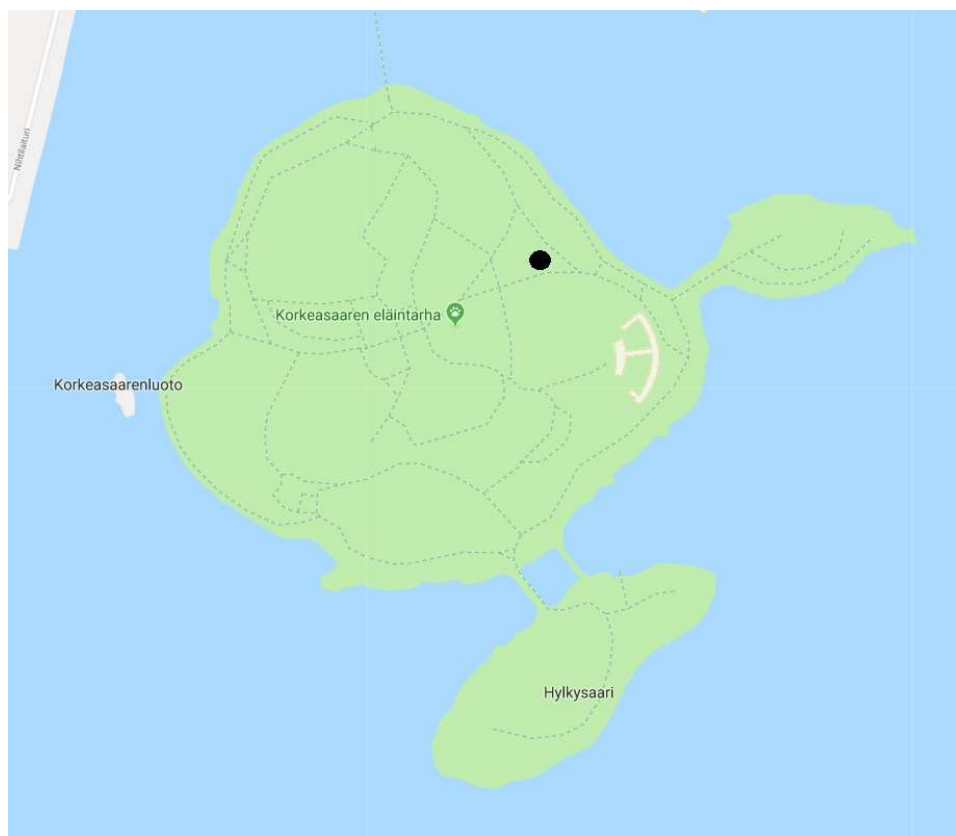
7.1 Lähtötiedot

Korkeasaaren perustetaan pölyttäjäpuisto, jonka rakentaminen aloitetaan vuoden 2019 kasvukautena. Puisto toteutetaan viisivuotisena projektina ja se rakentuu alueelle vähitellen ensimmäisen kahden vuoden aikana.

Viimevuosina on ollut laajalti puheenaiheena ilmaston muutoksen nopea eteneminen ja luonnon monimuotoisuuden häviäminen. Pölyttäjähyönteisten vähentyminen on ollut maailmanlaajuisesti huolenaiheena, ja puhe aiheen ympärillä on kiihtynyt. IPPC:n (International Plant Protection Convention) lokakuussa 2018 julkaisema ilmastoraportti herätti viimeisetkin ymmärtämään maailman todellisen tilan. Monet muut julkaisut pölyttäjähyönteisten nykytilasta ja esim. vuoden 2019 alussa julkaistu Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019 ovat tuoneet tilastolliset totuudet Suomalaistenkin tietoisuuteen.

Korkeasaaren pölyttäjäpuisto on ajankohtaisena tarpeellinen. Se tuo eläintarhassa kävijöille tietoa pölyttäjähönteisten häviämisen syistä sekä ylläpitää tärkeän aiheen pinnalla pysymistä, ainakin puiston olemassaolon ajan.

Puiston ideana on havainnollistaa leikin keinoin kävijöille, miten tärkeitä pölyttäjähönteiset ovat maailmalle ja ruoantuotannolle. Minkälainen ruokavaliomme olisi ilman pölyttäjähönteisiä? Mitkä ovat syyt pölyttäjähönteisten häviämiseksi? Puisto kertoo kävijöille yleisimpien pölyttäjähönteisten käyttäytymisestä ja pölyttäjähönteisten sekä kukkien vuorovaikutteisesta yhteiselosta. Tavoitteina on saada eläintarhan kävijät tietoisiksi pölyttäjähönteisten monimuotoisuuden huonosta tilasta. Aiheen havainnollistajina toimivat erinäiset tietotaulut, kuvat, opetusvälineet, leikkivälineet, kasvillisuus ja elävät pölyttäjähönteiset, kimalaisten ja luonnonvaraisten pölyttäjähönteisten muodossa. Yhteistyötä tehdään mm. Ötökkäakatemia-työryhmän (www.otokkakatemia.fi) kanssa, joka on mukana järjestämässä pölyttäjä puistossa luentoja ja tietoiskuja aiheesta.



Kuva 6. Pölyttäjäpuiston sijainti saarella on merkitty mustalla pisteellä. (Google Maps, 2019)

Pölyttäjäpuisto rakennetaan Korkeasaaren Itä-puolelle laajalle nurmialueelle. Kolmion muotoinen nurmialue rajautuu idässä anka- ja vuohitarhaan, etelässä milu-aitaukseen ja pohjoisessa Korkeasaaren rakennuksiin. Alueelta on poistettu vanhoja kookkaita puita, ja aurinko pääsee nyt paisutamaan suoraan nurmialueelle. Ilmasto-olosuhteiltaan alue on hyvin aurinkoinen.

Alueen kasvillisuus on osassaan havainnollistamassa pölytystapahtumaa ja sen tärkeyttä. Puistoon suunnitellulla kasvillisuudella pystytään konkreettisesti näyttämään kasvillisuuden rooli pölytyksessä ja sillä toivottavasti saadaan houkutelua puistoon myös pölyttäjähönteisiä näytille.



Kuva 7. Alue, jolle pölyttäjäpuisto sijoitetaan Korkeasaassa. (Korkeasaaren eläintarha, 2019)

7.2 Kasvillisuus suunnitelmat

Pölyttäjäpuiston kasvillisuus toteutetaan lavaistutuksien avulla. Lavaistutuksiin päädyttiin puiston lyhytaikaisen luonteen, sekä saarella vapaana elävien lintujen vuoksi. Valkoposkihanhet ja riikinkukot syövät ja tallovat tehokkaasti maantasossa olevan vastaistutetun kasvillisuuden. Lavaistutuksissa voidaan taimet joutua suojaamaan verkon alle, kasvuun lähden ajaksi.

Kasvillisuus perustetaan maavaraisiin 1000x1000x800mm kokosiin lavan kauluksiin. Kasvillisuusalueita on neljä; tuore niitty biotooppi, kuiva keto biotooppi, mesipistiäisiä houkutteleva kasvillisuus sekä perhosia houkutteleva kasvillisuus. Kasvilavat on suunniteltu 800mm:n korkeuteen, jotta valkoposkihanhet (*Branta pleucopsis*) sekä riikinkukot (*Pavo cristatus*) eivät ylettyisi syömään lavojen kasvillisuutta. Toisaalta korkealle nostetun lavan laidat tuovat myös kasvillisuuden paremmin pölyttäjäpuiston kävijöiden katselukorkeudelle.

Alueen pienilmasto on hyvä aurinkoisessa ja suorassa valossa menestyville hyönteispölytteisille kasveille. Alue on tuulelta melko suojattu, joten sen lämpöolosuhteet saattavat yltyä jopa paahteisiksi, mikä ei alueelle valikoituille kasvilajeille pitäisi olla haitaksi. Kasvillisuus on suunniteltu siten, että mesikasveja on alueella tarjolla läpi kesän. Aivan kevään ensimmäisille pölyttäjille voidaan pölyttäjäpuiston läheisyyteen istuttaa varhain kukkivia puuvartisia, kuten pajun (*Salix*) eri lajeja. Ja pölyttäjäpuiston alustana toimivaa tiivistynyttä nurmialuetta voisi parantaa ilmaamalla ja kylvämällä alueelle apilaa (*Trifolium*) nurmen rinnalle.

Lintujen lisäksi toinen suuri uhka lavaistutuksille on niiden pieni tilavuus. Pölyttäjäpuiston ollessa lyhytaikainen, jouduttiin kasvien menestymisen uhalla soveltaa dynaamisen kasvillisuusalueen suunnittelua näinkin rajattuun tilaan. Perinnebiotooppeja tutkineen Raatikaisen (Raatikainen, 2018) mukaan minimi niityn koko on viisi hehtaaria. Rajatulla alueella kasvien ja niiden juuriston tila loppuu mitä todennäköisemmin kesken. Yksi monimuotoisten kasvillisuusalueiden menestymisen edellytys on juuri sen koko. Mitä suurempi alue on sitä paremmin alueelle kehittyy sukkession kautta oma tasapaino; hyvä ravinteenkierto ja kasvilajisto. Suunnitelmien kasvilajistoa voidaan soveltaa isommalle alueelle lisäämällä kasvien määrää samassa prosenttisuhteessa tilan neliömäärään nähden. Uhkana on myös, ettei kasvillisuus kestä talvikautta lavankaulusistutuksessa. Puisen lavan laudoituksen ja kasvualustan väli suositellaan eristämään esim. styroksilla.

7.2.1 Keto- ja niittyistutukset

Kasvilavaistutuksista kahteen istutetaan keto- ja tuoreniittyistutukset. Nämä istutukset houkuttelevat alueelle monimuotoisesti pölyttäjähönteisiä.

Keto- ja niittykasvillisuudet toteutetaan siemenkylvönä. Tavoitteena on, että keto sekä tuore niitty muodostuvat monen kasvukauden aikana lavaistutukseen. Ensin kehittyvät ns. pioneerikasvit ja useamman kasvukauden kukkavarsien kehittymiseen tarvitsevat kasvit vasta seuraavina vuosina. Keto- ja niittyistutukset muotoutuvat sukkession edetessä ja ovat todennäköisesti pölyttäjäpuisto projektin lopulla vakiintuneet lavaistutuksiin niin hyvin kuin vain voivat.

Kasvilajeja ei ole keto- sekä niittyistutuksiin valikoitu, vaan kylvössä käytetään kaupallisia siemenseoksia. Kuitenkin ketosiemenseos olisi hyvä valikoida niin, että se sisältäisi lajeja listalta: Merkittäviä pölyttäjähönteisten ravintokasveja kedoilla. Ja tuore niitysiemenseos olisi hyvä valikoida niin, että se sisältäisi lajeja listalta: Tuoreilla pienruoho- suurruoho- sekä heinäniityillä runsaasti tavattuja kasvilajeja pölyttäjähönteisille. Molemmat

listat on poimittu 2008 vuonna julkaistusta Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – julkaisusta. (Raunio ym., 2008, s.411, 418-420)

Kasvilavojen niittykasvillisuus niitetään kerran kasvukaudessa ja kasvinosat kerätään lavaistutuksesta pois. Kasvinosien on hyvä jättää lavan päälle muutamaksi päiväksi ennen korjaamista, jotta siemenet varisevat multaan.

7.2.2 Pölyttäjähönteisiä houkuttelevat istutukset

Kasvilavaistutuksista kaksi pyrkii houkuttelemaan alueelle pölyttäjähönteisiä kohdennetusti. Toinen houkuttelee Suomen luonnonvaraisia mesipistiäisiä ja toinen Suomen luonnonvaraisia päiväperhosia.

Mesipistiäisiä houkutteleva perennaniitty on suunniteltu käyttäen hyväksi Söderman & Leinosen (Söderman & Leinonen, 2003, s.27) kokoamaa listaa mesipistiäisten suosikkikasvisuvuista Suomessa. Kts. Kappale 5.3 Kasvilajeja Suomen pölyttäjähönteisille. Lista on koottu Suomessa esiintyviä luonnonkasvisukuja, jotka on havainnoitu olevan Suomessa esiintyvien mesipistiäisten suosimia. Lavankaulusistutuksen kasvillisuus on kerätty listan kasvisukuja noudattaen, kuitenkin soveltaen sitä dynaamisen kasvillisuussuunnittelun tapaan suunnitellen luontaisten kasvilajien sekaan puutarhojen perinteisiä perennakasveja. Suunnitelman kasvilajit on valikoitu myös kukinnan värin mukaan. Mesipistiäisiä houkuttelevat lajit ovat usein keltaisia, purppuran värisiä tai sinisiä.

Kuitenkaan kasvilajien valikoiminen vain mesipistiäisille soveltuviksi ravintokasvilajeiksi ei takaa vain ainoastaan mesipistiäisten esiintyvän kasvillisuudessa. Jos lavankaulusistutusten kasvillisuus menestyy kukintaan asti, vieraillee niissä laaja otanta pölyttäjähönteisiä. Yhdellä kasvilajilla on usein pölyttäjiä useasta hönteislahkosta.

Molempien lavankaulusistutusten kasvillisuus istutetaan dynaamisessa kasvillisuussuunnittelussa käytettyjen kasvillisuuskerrosten tapaan. Kasvillisuuskerrosten kasvillisuuden prosentuaaliset osuudet ovat maanpeittokerros 48%, sesonkiteemakerros 36% ja rakennekerros 16%. Kasvillisuuskerrosten kokoerot on pyritty suunnittelemaan reiluiksi, jotta alueeseen saadaan monimuotoisuutta luovaa moniulotteisuutta. Dynaamisen istutussuunnittelun tapaan kasvillisuuden taimiväli on tiheämpi kuin perinteisesti, jotta maanpinta peittyisi mahdollisimman nopeasti kasvillisuudella ja ns. rikkaruohot eivät pääsisi valtaamaan lavaistutusta. Osa kasvillisuudesta kylvetään lavaistutuksiin siemeninä.

Perhosia houkutteleva perennaniitty on suunniteltu käyttäen hyväksi Mikkolan & Tannerin (Mikkola & Tanner, 2001, s.104) kokoamaa listaa parhaista perhosten mesikasveista Suomessa. Kts. Kappale 5.3 Kasvilajeja Suo-

men pölyttäjähönteisille. Listaan on kerätty Suomessa menestyviä mesikasviheimoja. Kasvillisuuden valinnassa on käytetty myös väreiltään päiväperhosten suosimia kasvilajeja. Perhosia houkuttelevat lajit ovat keltaisia, purppuran värisiä tai violetteja ja usein myös vaaleanpunaisia. Myöhemmin kirjassa on lueteltu myös kasvisuvuittain perhosia, sekä mesipistiäisiä houkuttelevia kasveja. Nämä luettelot ovat olleet pohjana, sekä perhosia houkuttelevan istutussuunnitelman ja osin myös mesipistiäisiä houkuttelevan kasvillisuuden suunnittelussa. Molempaan kasvillisuussuunnitelmaan on valikoitunut sekä Suomen luonnossa esiintyviä kasveja, että perinteisiä puutarhan perennoja. Lajit ovat mahdollisimman luontaisia ja jalostettuja lajikkeita ei ole suosittu.

8 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Luonnon sekä pölyttäjähönteisten monimuotoisuutta vähentää etenkin elinympäristöjen tuhoutuminen, luonnolle haitalliset aineet, ilmastonmuutos sekä vieraslajit. Monimuotoisuuden maailmanlaajuinen vähentyminen on monen tekijän summa. Yhteistä näille tekijöille on ihmisen toiminnan vaikutus. Maailman kasvavan väkiluvun ja muiden ympäristöä muuttavien tekijöiden ansiosta loppua monimuotoisuuden vähentymiselle ei ihmiskunnan lähitulevaisuudessa näy. Suurimpana ongelmana on muutoksen nopeus. Ekosysteemeissä tapahtuu myös normaalisti jatkuvaa muutosta, mutta muutos on todella hidasta. Tällöin ekosysteemeissä säilyy tasapaino. Ihmisen viime vuosikymmenten nopean kehityksen aiheuttamat vaikutukset ympäristöön ovat aiheuttaneet sen, että ekosysteemien tasapaino on järkkynyt ja liian nopeat muutokset ovat ajaneet monet lajit sukupuuttoon.

Monin paikoin pölyttäjähönteisten vähentymisen pääsyyksi voidaan katsoa maatalouden muutokset ravinnontuotannon tehostuttua. Viljelmät tuhoavat laajoja luontoalueita jo pelkästään kokonsa vuoksi. Myös niillä vallitseva monokulttuuri on omiaan vähentämään hönteisten lajimäärää. Useiden pölyttäjähönteisten lajityypillinen valikoivuus ravintokasvien suhteen, aiheuttaa sen, ettei viljelyalueilla ole tarjolla usein kuin sosiaalisille polylektisille eli kaikenlaisista kasvilajeista kerääville pölyttäjille ravintoa. Sosiaalisille tarhamehiläiselle kukkivat laajat pellot ovatkin kuin unelma. Useille erakkona eläville luonnonvaraisille lajeille, jotka ovat ravintokasviensa suhteen hyvin valikoivia (oligolektiset, monolektiset lajit) viljelmät ovat lähes hyödyttömiä. Maailman kaikista siitepölyä keräävistä pölyttäjähönteisistä noin 50-60% on oligolektisiä eli vain tietyn kasviheimon kukista kerääviä lajeja. Ihmisen toiminnan kahmaistessa tilaa monimuotoisilta luontoalueilta, joissa pölyttäjille olisi ravintokasveja, ei pölyttäjähönteisten monimuotoisuuden vähentymisen syitä tarvitse ihmetellä. Pölytyksellä on suuri merkitys satoon ja sen laatuun. Pölytyksen epäonnis-

tuttua sadosta tulee paljon pienempi ja marjat sekä hedelmät ovat epämuodostuneita. Pölyttäjillä on myös suuri merkitys luonnonvaraisten kukkakasvien lisääntymiseen. Pölytys on osa koko ekosysteemin toimivuutta.

Tarhamehiläinen on levinnyt ympäri maailmaa laajasti käyttöön viljelmille. Laji on myös levinnyt luontaisesti ja sen esiintyvyys onkin lähes maailmanlaajuinen. Mehiläisiä pidetään maapallon tärkeimpinä pölyttäjinä. Lajin nopeassa leviämisessä sekä luontaisessa, että pölytyspalveluiden käytön levittämänä, on sekä hyvät, että huonot puolensa. Tehokkaana pölyttäjänä, lajista on tullut korvaamaton viljelmillä. Kuitenkin yhden lajin ollessa viljelmien pölytyksen takaajana on viljelmien pölytyksen onnistuminen hyvin riskialtista. Tautiuhka on suuri ja varsinkin pölytyspalveluiden liikkuvan luonteen vuoksi tautien leviäminen maailmanlaajuisesti on mahdollista. Luontaisista pölyttäjistä ei usein viljelmille ole apua. Näille viljelmät tarjoavat huonosti elinympäristöjä. Tarhamehiläisen kanssa luontaisten pölyttäjien on myös vaikea kilpailla, ja ne usein jäävät pahasti lajin jalkoihin.

Viime aikoina lukuisat tutkimukset ovat vahvistaneet arvelun pölyttäjähyönteisten vähenemisestä todeksi. Paikoin pölyttäjähyönteisten tila on todettu vakavaksi, kuitenkin joillakin alueilla rajua vähentymistä ei ole havaittu. Pölyttäjähyönteisten alueelliseen vaihteluun vaikuttaa alueiden maantieteellinen sijainti, mutta myös pelkkä alueellisen tutkimustiedon puute tuo aukkoja tilastoihin.

Eräksi tärkeäksi syyksi pölyttäjähyönteisten katoon viljelmillä on osoittautunut kasvinsuojeluaineiden runsas käyttö. Uudemmat tutkimukset ovat paljastaneet useiden kasvinsuojeluaineiden haitat niin monimuotoisuudelle kuin ihmisen terveydelle. Useiden kasvinsuojeluaineiden käyttöä on viime vuosina ruvettu rajoittamaan tai kieltämään, uusien tutkimuksien tuomien tulosten vuoksi.

Suomessa ei ole havaittu vakavaa katoa pölyttäjähyönteisillä. Kuitenkin tutkimuksia mm. kasvinsuojeluaineiden vaikutuksesta pölyttäjähyönteisten esiintyvyyteen on tehty. Niissä on todettu kasvinsuojeluaineiden vaikuttavan pölyttäjähyönteisiin vähentävästi. Peltoja pölyttää Suomessa monesti luonnonvaraiset pölyttäjähyönteiset, joihin torjunta-aineet vaikuttavat tehokkaammin. Pölyttäjäpalveluiden käyttö viljelmillä oli vielä joku aika sitten harvinaisempaa. Nyt luonnonvaraisten pölyttäjien vähennyttä ja yleisen keskustelun noustua aiheesta on pölytyspalveluiden käyttö ja ylipäätään mehiläistarhauksen suosio noussut Suomessakin. Tarhamehiläinen on maailmanlaajuisesti tehokkain pölyttäjä. Suomen luonnonvaraisista pölyttäjistä tehokkaimpia on arvioitu olevan kimalaiset. Kimalaisten pölytys on tehokasta erityisesti luonnonkasveille. Yleisesti ottaen luonnonvaraisten pölyttäjien määrästä Suomessa on epätietoisuutta.

Suomen maatalousmaan osuus on 8 % pinta-alasta. Luonnonympäristöissä riittää siis vielä luontaisiakin elinalueita pölyttäjähyönteisille. Monimuotoiset kasviyhdykunnat ovat parhaimpia pölyttäjien elinalueita.

Suomessa monimuotoisimmat kasviyhdykunnat löytyvät perinnebiotoopeilta, jotka ovat ihmisen toiminnan vaikutuksesta muotoutuneita. Perinnebiotoopit ovat kuitenkin viime vuosisatana rajusti vähentyneet. Tämän voidaan katsoa olevan Suomen pölyttäjähönteisten vähentymisen pääsyy. Perinnebiotooppien lajisto on usein erikoistunutta ja haavoittuvaa. Elinalueiden tuhouduttua eliölajiston on vaikea löytää uutta elinympäristöä perinnebiotooppien esiintyvyyden ollessa hyvin pirstoutunutta. Pienemmillä ja eristyneillä populaatioilla on suuri riski kuolla sukupuuttoon.

Luonnon monimuotoisuuden parantamiseksi ihmisen vaikutuksen alla olevilla alueilla monimuotoisuutta tulisi pyrkiä parantamaan kaikin mahdollisin keinoin. Tärkeimmät alueet näistä ovat maatalousalueet ja rakennetun ympäristön alueet.

Ravinnon tuotannossa pyritään tehotuotantoon. Kasvinsuojeluaineet ovat tehokas hyöty pyrkiessä tavoitteeseen. Lukuisten tutkimusten ansiosta kasvinsuojeluaineiden haitat on tiedostettu. Eräänlainen herääminen kemikaalien vaaroista on nostanut luonnonmukaisen ravinnontuotannon suosiota. Luomutuotannossa kasvinsuojelua hoidetaan viljelykierrolla sekä mekaanisella torjunnalla. Luonnon monimuotoisuuden kannalta luonnonmukainen viljely olisikin maailmanlaajuisesti paras keino luonnon monimuotoisuuden säilyttämiseksi. Luomuviljeltyjen peltojen reuna-alueet ja koko ympäristö ovat huomattavasti monimuotoisempia kuin tehotuottava maatalousalue. Historiallisesta näkökulmasta katseltaessa voidaan katsoa, että luomuviljelyssä astuttaisiin, kehityksessä askelia takaisin päin. Kuitenkin muutaman askeleen takaisin astuminen voi olla vain harha-askelen viisastuttama suunnan korjaus.

Rakennetun ympäristön monimuotoisuuden kasvattaminen on viheralan ammattilaisten näkökulmasta asia, johon pystytään vaikuttamaan. Rakennetussa ympäristössä luonnon monimuotoisuutta tulisi tukea suosimalla monimuotoisia istutuksia. Samankaltaisia monimuotoisten istutussuuntausten muotoja on kehittynyt viime vuosikymmeninä eri puolilla Eurooppaa ja Yhdysvaltoja. Kaikissa näissä yhteistä on, että imitoidaan luonnon kasviyhdykuntia. Monimuotoisen istutuksen annetaan kehittyä sukseissa, jolloin istutus lopulta hoitaa itse itsensä. Sen ravinteet kiertävät alueella luontaisesti. Myös niittyistutukset ovat nousseet pieneen suosioon kaupunkialueilla. Myöskään spontaanisti kehittyneet joutomaat eivät ole huono asia monimuotoisuuden näkökulmasta katsottuna. Näillä ruderaattialueilla on alueen varhaisessa kehitysvaiheessa moninaisin lajikirjo, joka ajan myötä vakiintuu suppeammaksi.

Kaupunkien monimuotoisuuteen auttaisi, jos luontoalueita jätettäisiin enemmän rakennusten lomaan. Pelkät rakennetut puistot eivät riitä vaan kaupungin ytimessä tulisi olla oma viherverkostonsa, joka toisi alueen monimuotoisuuden korkeammaksi. Suomessa viherrakentamisessa käytettyjen kasvilajien lista on myös hyvin suppea, ilmastollisten olojen, mutta

myös perinteiden vuoksi. Monimuotoinen kasvillisuussuunnittelu voisi tuoda kasvilajistoon paljon lisää. Puutarha- ja luonnonkasvilajien eron olisi syytä hälventyä, jotta luonnon kasviyhdyksunnista saataisiin lisää luontaisia lajeja rakennetun ympäristön kasvilajivalikoimaan.

Rakennetun ympäristön perinteiset kasvillisuusalueiden hoitotoimenpiteet ovat hyvin kliinisiä. Jos lehdet ja kasvijäte haravoidaan pois, ei hyönteisille jää luontaisia pesimis- ja talvehtimipaikkoja. Ehkä monimuotoisten kasvillisuusyhdyksuntien toteutusten lisääntyessä, mentaliteetti kasvillisuusalueiden ylläpitotöissä vähitellen muuttuu. Luontainen kierto kuuluu osana monimuotoisiin istutusalueisiin ja kasvillisuusalueiden jättäminen ns. hoidotta helpottaa ylläpidon taakkaa.

Tietämystä kunkin pölyttäjälajin ravintokasveista voisi hyödyntää alueiden kasvillisuuden valinnassa. Alueille, joille ei haluta pistiäisiä voidaan valikoida kasvilajeja, joiden pääpölyttäjät ovat lauhkeampien lajien esim. perhosten edustajia. Tällaisia alueita ovat esim. leikkialueiden ja päiväkotien kasvillisuusalueet ja ravintoloiden läheisyys. Ylipäätään tutkimustieto pölyttäjähyönteisistä auttaa huomioimaan pölyttäjät esim. uusien ympäristölle terveellisempien kasvinsuojeluaineiden kehittämisessä tai esim. yleisesti ekosysteemien toimivuuden ymmärtämisessä.

Suomessa paras keino luonnon monimuotoisuuden säilyttämisessä on lisätä perinnebiotooppien määrää. Pölyttäjähönteisten suojelemiseksi tulisi niiden vähentyneet elinympäristöt suojella. Alueiden kunnostaminen vaatii perinteisiä hoitotoimenpiteitä, joten alueiden niitto tai laidunnus vaatii hiukan resursseja. Saataisiinko kenties peltojen reuna-alueet valjastettua perinnebiotoopeiksi. Näiden alueiden tulisi olla riittävän laajoja ja ehkä viljelmillä niitty- ja keto alueet voisivat olla pakollisina kompensatiivina viljelmille.

Tämän opinnäytetyön toiminnallisena osana suunniteltiin Korkeasaaren eläintarhaan rakennettavaan pölytyspuistoon kasvillisuussuunnitelmat. Puiston kasvillisuus suunniteltiin lavaistutuksiin. Lavaistutusten kasvillisuus on kooltaan hyvin pieni houkutellakseen alueelle runsaasti pölyttäjähönteisiä. Korkeasaaren eläintarhan alueella voidaan kuitenkin monin tavoin lisätä pölyttäjähönteisten elinmahdollisuuksia.

Vaikka Korkeasaaren alue on saari ja alueen tila rajallinen, voidaan rakennettujen alueiden väliset nurmialueet sekä joutomaat hyödyntää monimuotoisiksi istutuksiksi. Nurmialueet ovat monimuotoisuuden kannalta kasvillisuudeltaan hyvin köyhää viheraluetta. Muuttamalla alueet monimuotoisiksi istutuksiksi tai esim. niittyalueiksi saataisiin alueen monimuotoisuutta lisättyä. Saaren rannoilta löytyy myös alueita, jotka jo ovat tai voidaan muuttaa rantaniittyalueiksi. Rantaniityt ovat Suomen luonnossa eräitä pölyttäjähönteisten luontaisia elinalueita. Myös Korkeasaaren kalliialueita voidaan hyödyntää. Usealla alueella kallioperän päällä on vain

niukasti kasvualustaa. Ohut kasvualusta on luontainen kasvualusta useille perinnebiotooppityypeille.

Monimuotoiset kasviyhdykskunnat jouduttaisiin aitaamaan talleamisen estämiseksi, mutta aitaamalla kulkureitit ja kasvillisuusalueet saataisiin paremmin osoitettua alueelleen. Eläintarhan rajallinen pinta-ala saataisiin paremmin hyödynnettyä suunnittelemalla alueet niin, ettei laajoja nurmientä tarvittaisi. Viheralueiden hoidon resurssit eivät myöskään nousisi, sillä monimuotoinen kasviyhdykskunta hoitaa lopulta itse itsensä, luontaisella ravinteenkierrolla. Alueita perustaessa kasvillisuuden kasvuun lähdölle haastetta tuovat kuitenkin alueella vapaana elävät hanhet sekä riikinkukot.

Korkeasaaren eläinaitauksiin voitaisiin tietyin rajoittein hyödyntää monimuotoisia kasvillisuusalueita. Eläinlajivalikoimasta löytyy useita laiduntavia lajeja, joille esim. niittykasvillisuus sopisi. Monessa aitauksessa kasvillisuus toisi lisäksi suojaa eläimille. Eläinalueiden kasvillisuuden ongelmana on kasvillisuuden menestyminen rajatulla alueella eläinlajin kanssa. Useiden lajien kanssa aitauksia tulisi olla vähintään kaksi, jotta toisen aitauksen kasvillisuus saisi elpää osan aikaa vuodesta. Monta aitausta useita eläinlajeja kohden veisi kuitenkin liikaa tilaa Korkeasaaren alueelta.

Korkeasaaren sillan toisella puolella, Mustikkamaalla, tilaa riittäisi perustamaan jopa perinnebiotooppialue. Alueen hoidon voisi myös järjestää perinteisin hoitomenetelmin ja esim. lampaat laiduntamassa niittyaluetta olisi eläintarhassa kävijöiden kannalta viihdyttävä ratkaisu.

Korkeasaaren alueelle voitaisiin rakentaa myös pysyvä pölytys puisto väliaikaisen sijaan. Monimuotoisten kasvillisuusalueiden kasvillisuus voitaisiin valikoida siten, että ne houkuttelisivat tietynlaisia, haluttuja pölyttäjähyönteisiä paikalle. Etenkin monella eksoottisemmalla kasvilajilla saataisiin alueelle houkuteltua näyttäviä pölyttäjälajeja. Se osa kasveista, jotka eivät ole talvenkestäviä voidaan siirtää sisätiloihin talveksi. Pölyttäjien houkuttelemiseksi voitaisiin niitä ruokkia muullakin kuin luontaisella kasviraivinnolla. Moni pölyttäjähyönteinen hakee ravintoa muualtakin kuin kukista, kuten hedelmien nesteistä, mahlasta, mesikasteesta, maaperän suoiloista jne. Perhosbaarit ovat eräs pölyttäjähyönteisten houkuttelu ja ruokinta keino. Alueella voisi myös olla tarhattujen mesipistiäisten pesä, jota voitaisiin hyödyntää opetuskäytössä.

Jos Korkeasaareen saataisiin kehitettyä monimuotoiset kasvillisuusalueet, jossa esiintyisi runsaasti eri pölyttäjähyönteisiä voisi se toimia myös tutkimuskenttänä mm. jollekin yliopistolle tai tutkimusryhmälle.

LÄHTEET

Biology dictionary (n.d.) *Coevolution*. Haettu 1.5.2019 osoitteesta <https://biologydictionary.net/coevolution/>

Cajander, R., (2008). *Puutarhan parhaat perhoskasvit*. Maahenki Oy

Carrington, D., (2018). *EU agrees total ban on bee-harming pesticides*. The Guardian. Haettu 21.2.2019 osoitteesta <https://www.theguardian.com/environment/2018/apr/27/eu-agrees-total-ban-on-bee-harming-pesticides>

Dyer, A., & Garcia, J., (2014). *Color Difference and Memory Recall in Free-Flying Honeybees: Forget the Hard Problem*. Haettu 12.2.2019 osoitteesta <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4592575/>

Carrington, D., (2019). *Plummeting insect numbers 'threaten collapse of nature'*. The Guardian. Haettu 12.2.2019 osoitteesta <https://www.theguardian.com/environment/2019/feb/10/plummeting-insect-numbers-threaten-collapse-of-nature>

Ferreirim, L., (2017). *Great news for bees – time to say good bye to fipronil!* Greenpeace. Haettu 4.4.2019 osoitteesta <https://www.greenpeace.org/international/story/7546/great-news-for-bees-time-to-say-goodbye-to-fipronil-sosbees/>

Google Maps, *Korkeasaari* (2019). Haettu 4.5.2019 osoitteesta <https://www.google.com/maps/place/Korkeasaari/@60.1748123,24.9819761,16z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x46920be081e5f2a7:0x4f240bd6797a15a8!8m2!3d60.1749719!4d24.9860534>

Hadany, L., Yovel, Y., Sapir, Y., Chamovitz, D., Krylov, S., Ratzersdorfer, I., Peretz, D., Kabat, A., Estlein, P., Ben-Dor, U., Saban, K., Goldshtein, A., Booman, A., Zinger, E., Obolski, U., Khait, I., Veits, M., (2018). *Flowers respond to pollinator sound within minutes by increasing nectar sugar concentration*. Haettu 11.2.2019 osoitteesta <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/507319v1>

Hanski, I., Lindström, J., Niemelä, J., Pietiäinen, H., Ranta, E. (1998). *Ekologia*. WSOY

Hokkanen, H., Menzler-Hokkanen, I., Keva, M., (2017). *Long-term yield trend of insect-pollinated crops vary regionally and are linked to neonicotinoid use, landscape complexity, and availability of pollinators*. Haettu 5.4.2019 osoitteesta <https://link.springer.com/article/10.1007/s11829-017-9527-3>

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M., (2019). *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019*. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. Haettu 4.4.2019 osoitteesta <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/299501>

Hämet-Ahti, L., Palmén, A., Alanko, P., Tigerstedt, P., (1992) *Suomen puuja pensaskasvio*. Dendrologian Seura, Helsinki

Kalpala, M. (2018). *Luonnonmukainen kaupunkipuutarha*. Metsäkustannus Oy.

Korkeasaaren eläintarha (2019). *Pölytyspuisto muistio*. Sähköpostiviestin liitteenä 18.2.2019, Korkeasaaren eläintarha

Lehtonen, T., (2012). *Mehiläispölytyksen taloudellinen arvo Suomessa viljeltävien kasvien ja luonnonmarjojen sadontuotannossa*. Maisterintutkielma. Helsingin Yliopisto. Haettu 4.4.2019 <https://mehilaishoitajat-fi-bin.directo.fi/@Bin/29418846c3c87bb207d3c1de1e5663b4/1554409256/application/pdf/676291/P%C3%B6lytyksen%20arvo%20Suomessa%20LehtonenT2012.pdf>

Lettojärvi, I. (2017). *Dynaaminen kasvillisuussuunnittelu, käsitteiden arviointi*. Viherympäristöliitto. Haettu 30.4.2019 osoitteesta https://www.vyl.fi/site/assets/files/1550/dynaaminen_kasvillisuussuunnittelu_web.pdf

Nyberg, P. (2017). *Kaupunkiniityillä kohti monimuotoista viherympäristöä*. Biotalous.fi. Haettu 27.3.2019 osoitteesta <https://www.biotalous.fi/kaupunkiniityilla-kohti-monipuolista-viherymparistoa/>

Odom, J., (2018). *Bee vision and the color purple*. Total Landscape Care. <https://www.totallandscapecare.com/landscaping-blog/bee-vision-and-the-color-purple/>

Parkkinen, S., Paukkunen, J., Teräs, I., (2018). *Suomen kimalaiset*. Docendo Oy, Jyväskylä

Pérez, I. (2006). *Plantes monoiques*. Haettu 21.3.2019 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Yksikotisuus#/media/File:Monoiques.png>

Perhospuutarhuri (n.d) *Siperianasteri*. Haettu 4.5.2019 osoitteesta <https://www.perhospuutarhuri.fi/tuotteet/siperianasteri>

Raatikainen, K., (2018). *Yhdeksän kysymystä perinnebiotoopeista*. 17.4.2018, Haettu 27.3.2019 osoitteesta <http://perinnebiotooppi.blogspot.com/2018/04/yhdeksan-kysymysta-perinnebiotoopeista.html>

Raine, N., & Chittka, L., (2007). *The Adaptive significance of sensory bias in a foraging context: Floral colour preferences in the bumblebee (Bombus terrestris)* Haku 8.2.2019 osoitteesta <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0000556>

Rassi, P., Hyvärinen, E., Juslén, A. & Mannerkoski, I. (2010) *Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2010*. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus, Helsinki.

Raunio, A., Schulman, A., Kontula, T., (2008). *Suomen luontotyyppien uhanalaisuus - Osa2, Luontotyyppien kuvaukset*. Suomen ympäristökeskus.

Riddle, S. (2016). *How bees see and why it matters*. Bee culture. Haku 8.2.2019 osoitteesta <https://www.bee-culture.com/bees-see-matters/>

Ruokatieto yhdistys ry, (n.d). Rypsi ja muut öljykasvit. Haku 25.3.2019 osoitteesta <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/maatilalla-kasvatetaan-ruokaa/peltokasvit/rypsi-ja-muut-oljykasvit>

Savolainen T.H. (2016). *Mehiläisten maailma*. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

STT. (2019). *Suomessa ei tiedetä kimalaisten ja muiden pölyttäjien tilannetta*. YLE Uutiset. Haettu 22.4.2019 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-10721933>

Suomalainen taimi. (n.d) *Kangasajuruoho*. Haettu 4.5.2019 osoitteesta <http://suomalaintaimi1.online.fi/japaninhanhikki>

Suomalainen taimi. (n.d) *Kurjenpolvet*. Haettu 4.5.2019 osoitteesta <http://suomalaintaimi1.online.fi/kurjenpolvet>

Suomalainen taimi. (n.d) *Hanhikit*. Haettu 4.5.2019 osoitteesta <http://suomalaintaimi1.online.fi/japaninhanhikki>

Suomen Mehiläishoitajain Liitto, (2012). *Pölytys on mehiläistarhauksen arvokkain tuote*. Esite. Haettu 4.4.2019 osoitteesta https://mehilaishoitajat-fi-bin.directo.fi/@Bin/a54667a37f214e37970f6af1f14bb834/1554410509/application/pdf/164101/SML_P%C3%B6lytysesite_2012.pdf

Söderman, Guy & Leinonen, Reima. (2003). *Suomen mesipistiäiset ja niiden uhanalaisuus*. Tremex Press Oy, Helsinki.

Tahvoset. (n.d) *Tähkätädyke*. Haettu 4.5.2019 osoitteesta <http://tahvoset.fi/rotfuchs-tahkatadyke/>

Telkänranta, H. (2015). *Millaista on olla eläin?* Suomalaisen kirjallisuuden seura.

Terävä, E. & Kanervo, E. (2008). *Kasvianatomia*. Helsinki. Edita Publishing Oy.

Tieteen termipankki (n.d.), *Mesiäinen*. Haku 8.1.2019 osoitteesta <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Kasvitiede:mesi%C3%A4inen>

Toikkanen, J., (2017). *Maankäytön vaikutus kuminapeltojen kukkakärpäsiin (Syrphidae) ja muihin pölyttäjiin*. Pro Gradu-tutkielma. Jyväskylän Yliopisto. Haettu 2.5.2019 <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/54841/URN%3aNB%3afi%3ajyu-201707043229.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Työterveyslaitos, (2018). *Fiproniili- kemikaalikortti*. Suomenkieliset kemikaalikortit. Työterveyslaitos. Haettu 21.2.2019 osoitteesta http://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=fi&p_card_id=1503&p_version=2

Vainio M., Kekäläinen H., Alanen A., Pykälä J. (2001). *Suomen perinbiotoopit. Perinnemaisemaprojektin valtakunnallinen loppuraportti*. Suomen ympäristökeskus. Haettu 4.4.2019 osoitteesta https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/40675/SY_527.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vairimaa, R., (2015). *Tuntematon pölyttäjä*. Yliopisto Lehti. Helsingin Yliopisto. Artikkelit. Haettu 5.4.2019 osoitteesta <https://www.helsinki.fi/fi/uutiset/kestava-kehitys/tuntematon-polyttaja>

Maa- ja metsätalousministeriö (n.d.) Vieraslajeja koskevat määritelmät. Haettu 4.4.2019 osoitteesta <http://www.vieraslaajat.fi/fi/node/21>

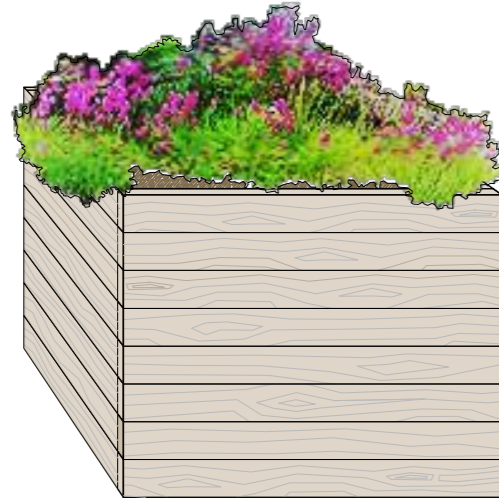
Mikkola, K., & Tanner, H., (2001). *Perhospuutarha*. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Karilas, A. (2018). *Dynaamiset kaupunkibiotoopit perennojen suunnittelun mallina Helsingissä*. Diplomityö. Maisema-arkkitehtuurin tutkinto-ohjelma. Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu. Haettu 28.12.2018 osoitteesta <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/31362>

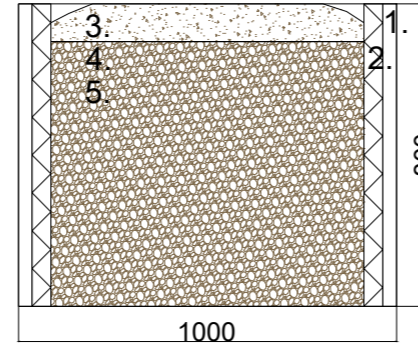
University of Otago (n.d). *Co-evolution and Pollination*. Haettu 5.4.2019 osoitteesta <https://www.otago.ac.nz/genetics/otago038359.pdf>

Wikipedia *Yöperhonen*. (n.d.), Haku 5.4.2019 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Y%C3%B6perhonen>

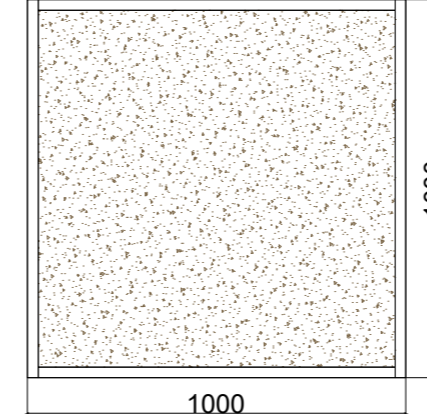
Yle Areena, (2019). Jakso: Lehtopöllö tarkasti hormin, 13.3.2019. Haettu 30.4.2019 osoitteesta <https://areena.yle.fi/1-50065662?autoplay=true>



Havainnekuva



1. kasvilaatikko, laudoitus 100x38mm
2. styroksi, Finnfoam n.50mm
3. kasvualusta, 100mm
4. suodatinkangas, N1
5. salaojatäyttö, esim. Lecasora



Kasvualusta:
VRT 17, 23000 Kasvillisuusrakenteet
Kuva 23111:K4. Rakeisuustyyppi 5, Kuivat niityt

Kasvillisuus:
Esim. Kuiva niitty siemenseos, Suomen Niittysiemen Oy

Kasvilaatikkoon rakennetaan ketokasvillisuudelle potentiaalinen kasvualusta. Laatikko on korkeudeltaan 800mm, jotta alueella vapaana elävät linnut eivät pääse syömään itävää kasvillisuutta. Laatikko vuorataan styroksilla paremman talvenkestävyyden takaamiseksi. Ketokasvillisuus kylvetään siemenseoksesta. Kasvillisuus kehittyy laatikkoon monen kasvukauden aikana. Ensin kehittyvät ns. pioneerikasvit ja useamman kasvukauden kukkavarsien kehittymiseen tarvitsevat vasta seuraavina vuosina.

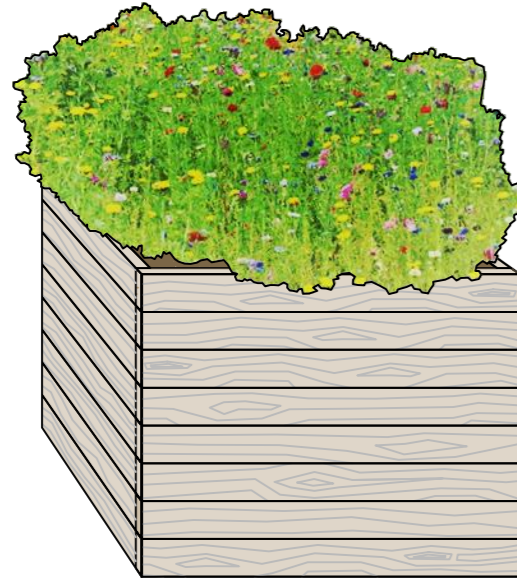
Kts. Merkittäviä pölyttäjähönteisten ravintokasveja kedolla

Liite 1, Keto
Kasvillisuussuunnitelma, Nora Ruuth

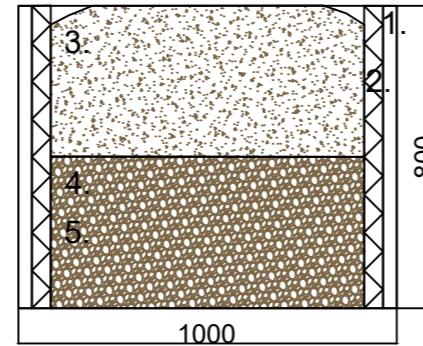
Liite 1a, Merkittäviä pölyttäjähönteisten ravintokasveja kedoilla

Kaunokit (*Centaurea* spp.)
Mäkitervakko (*Lynchnis viscaria*)
Keto-maruna (*Artemisia campestris*)
Nuokkukohokki (*Silene nutans*)
Ketoneilikka (*Dianthus deltoides*)
Kissankäpälä (*Antennaria dioica*)
Kangasajuruoho (*Thymus serpyllum*)

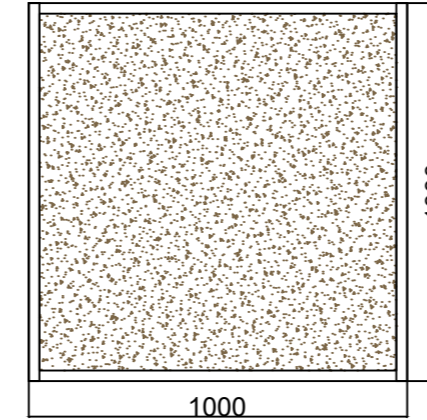
Raunio, A. Schulman, A. Kontula, T. (2008). s.411, *Suomen luontotyyppien uhanalaisuus - Osa2, Luontotyyppien kuvaukset*. Suomen ympäristökeskus.



Havainnekuva



1. kasvilaatikko, laudoitus 100x38mm
2. styroksi, Finnfoam 50mm
3. kasvualusta, 400mm
4. suodatinkangas, N1
5. salaojakerros, esim. Lecasora



Kasvualusta:
VRT '17, 23000 Kasvillisuusrakenteet
Kuva 23111:K4. Rakeisuustyyppi 5, Kuivat niityt

Kasvillisuus:
Esim. Perhosniitty siemenseos, Suomen Niittysiemen Oy

Kasvilaatikkoon rakennetaan tuore niitty kasvillisuudelle potentiaalinen kasvualusta. Laatikko on korkeudeltaan 800mm, jotta alueella vapaana elävät linnut eivät pääse syömään itävää kasvillisuutta. Laatikko vuorataan styroksilla paremman talvenkestävyyden takaamiseksi. Niittykasvillisuus kylvetään siemenseoksesta. Kasvillisuus kehittyy laatikkoon monen kasvukauden aikana. Ensin kehittyvät ns. pioneerikasvit ja useamman kasvukauden kukkavarsien kehittymiseen tarvitsevat vasta seuraavina vuosina.

Kts. Tuoreilla pienruoho- suuruuho- sekä heinäniityillä runsaasti tavattuja kasvilajeja pölyttäjähönteisille

Liite 2, Tuore niitty
Kasvillisuussuunnitelma, Nora Ruuth

Liite 2a, Tuoreilla pienruoho-, suurruoho-, sekä heinäniityillä runsaasti tavattuja kasvilajeja pölyttäjille

Päivänkakkara (*Leucanthemum vulgare*)

Metsäapila (*Trifolium medium*)

Kissankello (*Campanula rotundifolia*)

Metsäkurjenpolvi (*Geranium sylvaticum*)

Huopaohdake (*Cirsium helenioides*)

Mesiangervo (*Filipendula ulmaria*)

Niittyleinikki (*Ranunculus acris*)

Kullero (*Trollius europaeus*)

Valkovuokko (*Anemone nemorosa*)

Siankärsämö (*Achillea millefolium*)

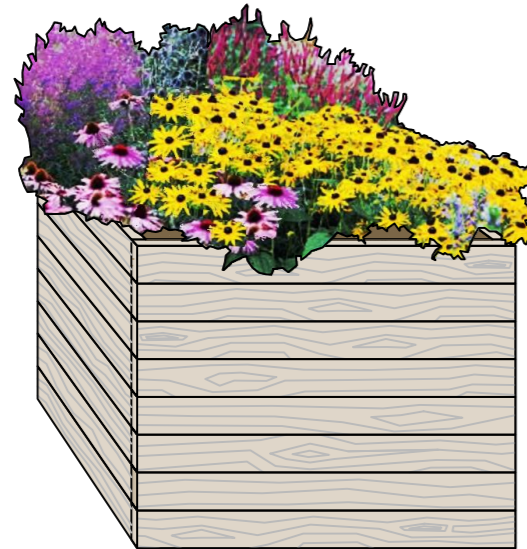
Koiranputki (*Anthriscus sylvestris*)

Valkoapila (*Trifolium repens*)

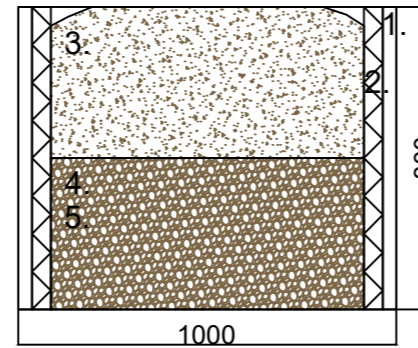
Voikukka (*Taraxacum* spp.)

Rönsyleinikki (*Ranunculus repens*)

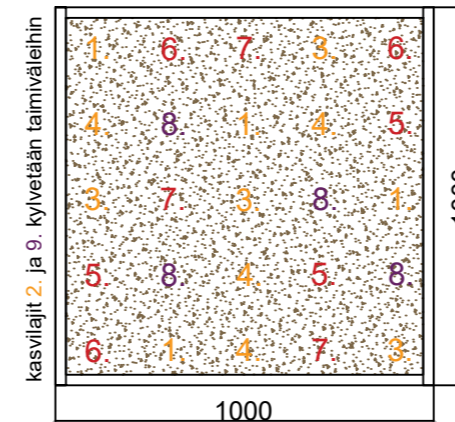
Raunio, A. Schulman, A. Kontula, T. (2008). s.418-420, *Suomen luontotyyppien uhanalaisuus - Osa2*, Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus.



Havainnekuva



1. kasvilaatikko, laudoitus 100x38mm
2. styroksi, Finnfoam 50mm
3. kasvualusta, 400mm
4. suodatinkangas, N1
5. salaojakerros, esim. Lecasora



Kasvualusta:
VRT '17, 23000 Kasvillisuusrakenteet
Kuva 23111:K4. Rakeisuustyyppi 5, Kuivat niityt

Kasvillisuus:
Kts. Perennaniitty perhosille- kasviluettelo

Kasvilaatikkoon rakennetaan perhosia houkutteleva perennaniitty. Laatikko on korkeudeltaan 800mm, jotta alueella vapaana elävät linnut eivät pääse syömään kasvin taimia. Kasvilaatikko vuorataan styroksilla paremman talvenkestävyyden takaamiseksi. Osa kasvillisuudesta istutetaan taimina ja osa kylvetään siemenistä. Kasvillisuus asetellaan laatikkoon dynaamisen kasvukerrokseen. Taimet istutetaan normaalia tiheämpään, jotta vapaata multa-alaa jää mahdollisimman vähän näkyviin. Siemenet kylvetään taimien väleihin pintamultaan. Osa kasveista on yksivuotisia.

**Liite 3, Perennaniitty perhosille
Kasvillisuussuunnitelma, Nora Ruuth**

Liite 3a, Perennaniitty perhosille, kasvilista

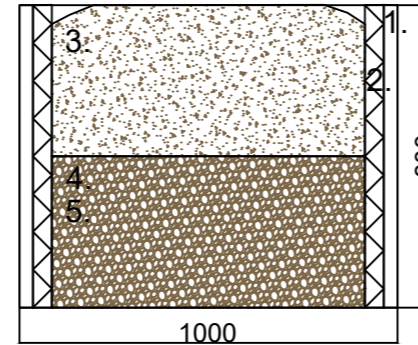
		Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu			KPL
Maanpeittokerros	1.	Siperianasteri (<i>Aster sibiricus</i>) 15-30, A, TUO, KR			T	M	4
	2.	Mäkimeirami (<i>Origanum vulgare</i>) 50, A, KUI, H			S	M	1P
	3.		Miekkahirvenjuuri (<i>Inula ensifolia</i>) 25-60, A-PV, KUI, KR, H		T	M	4
	4.	Tähkälaventeli (<i>Lavendula augustifolia</i>) 25-70, A, KUI, VR, M, H			T	1	4
Sesonkiteemakerros	5.	Ruusu ruoho (<i>Knautia arvensis</i>) 50-80, A, KUI, KR, H			T	M	3
	6.	Kesäpäivänhattu (<i>Rudbeckia hirta</i>) 20-80, A, KUI-TUO, RR, M, H			T	1	3
	7.		Punatähkä (<i>Liatris spicata</i>) 50-100, A, KUI-TUO, RR, M, H		T	M	3
Rakennekerros	8.	Rohtopäivänhattu (<i>Echinacea pallida</i>) 60-100, A, KUI-TUO, H, S			T	M	4
	9.	Piikkiohdake (<i>Cirsium vulgare</i>) 30-120 A-V, TUO-KO			S	M	1P
T:taimi, S:siemen, M:monivuotinen, 1: yksivuotinen P:siemenpussi							

A:aurinkoinen, PV:puolivarjainen, V:varjainen, KUI: kuiva, TUO: tuore, KO:kostea, VR:vähäravinteinen, KR:keskiravinteinen, RR:runsasravinteinen, M:multapitoinen, H:hiekkapitoinen, K:kalkkipitoinen, S:Savipitoinen

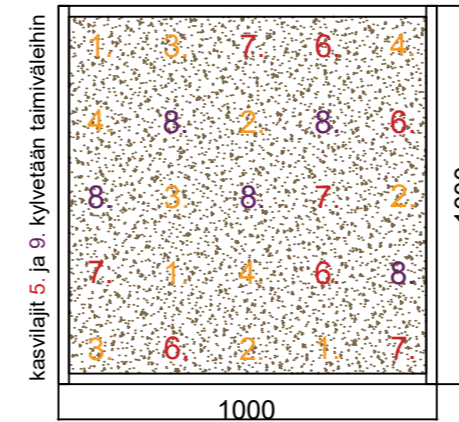
1. (Mikkola & Tanner, 2001, s.122), (Perhospuutarhuri n.d.) 2. (Mikkola & Tanner, 2001, s.194) 3. (Mikkola & Tanner, 2001, s.169)
 4. (Mikkola & Tanner, 2001, s.172) 5. (Mikkola & Tanner, 2001, s.170) 6. (Mikkola & Tanner, 2001, s.204)
 7. (Mikkola & Tanner, 2001, s.175) 8. (Mikkola & Tanner, 2001, s.149) 9. (Mikkola & Tanner, 2001, s.139)



Havainnekuva



1. kasvilaatikko, laudoitus 100x38mm
2. styroksi, Finnfoam 50mm
3. kasvualusta, 400mm
4. suodatinkangas, N1
5. salaojakerros, esim. Lecasora



Kasvualusta:
VRT '17, 23000 Kasvillisuusrakenteet
Kuva 23111:K4. Rakeisuustyyppi 5, Kuivat niityt

Kasvillisuus:
Kts. Perennaniitty mesipistiäisille- kasviluettelo

Kasvilaatikkoon rakennetaan mesipistiäisiä houkutteleva perennaniitty-istutus. Laatikko on korkeudeltaan 800mm, jotta alueella vapaana elävät linnut eivät pääse syömään kasvin taimia. Laatikko vuorataan styroksilla paremman talvenkestävyyden takaamiseksi. Osa kasvillisuudesta istutetaan taimina ja osa kylvetään siemenistä. Kasvillisuus asetellaan laatikkoon dynaamisen kasvillisuussuunnittelun tapaan kolmeen kasvukerrokseen. Taimet istutetaan normaalia tiheämpään, jotta vapaata multa-alaa jää mahdollisimman vähän näkyviin. Siemenet kylvetään taimien väleihin pintamultaan.

**Liite 4, Perennaniitty mesipistiäisille
Kasvillisuussuunnitelma, Nora Ruuth**

Liite 4a, Perennaniitty mesipistiäisille-kasvilista

		Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu			KPL
Maanpeittokerros	1.		Kangasajuruoho (<i>Tymus serpyllum</i>) 5-10, A,KUI, VR, H			T	M	3
	2.	Kultahanhikki (<i>Potentilla aurea</i>) 10-20, A, KUI-TUO, KR, H				T	M	3
	3.		Karpaattienkello (<i>Campanula carpatica</i>) 10-30, A-PV, KUI-TUO, KR, H			T	M	3
	4.		Nepalinhanhikki (<i>Potentilla nepalensis</i> 'Miss Wilmott') 30-70, A-PV, KUI-TUO, KR			T	M	3
Sesonkiteemakerros	5.	Puna-apila (<i>Trifolium pratense</i>) 15-60 A, TUO				S	M	1P
	6.		Tähkätädyke (<i>Veronica spicata</i> 'Rotfuchs') 30-50 A, KUI, RR, H, K			T	M	4
	7.	Tarahkurjenpolvi (<i>Geranium x magnificum</i>) 50-80, A-PV, TUO, KR-RR				T	M	4
Rakennekerros	8.	Kultapiisku (<i>Solidago virgaurea</i>) 30-100, A-PV, KUI-TUO, VR-KR, H				T	M	5
	9.		Ketokaunokki (<i>Centaurea scabiosa</i>) 70-100, A-PV, KUI, VR-KR, H			S	M	1P

T:taimi, S:siemen, M:monivuotinen, 1:yksivuotinen P:siemenpussi

A:aurinkoinen, PV:puolivarjainen, KUI: kuiva, TUO: tuore, VR:vähäravinteinen, KR:keskiravinteinen, H:hiekkapitoinen, K:kalkkipitoinen

Lähteet

1. (Mikkola & Tanner, 2001, s.222) (Suomalainen taimi, Kangasajuruoho n.d.)
2. (Suomalainen taimi, Hanhikit n.d.)
3. (Mikkola & Tanner, 2001, s.130)
4. (Suomalainen taimi, Hanhikit n.d.)
5. (Mikkola & Tanner, 2001, s.223)
6. (Mikkola & Tanner, 2001, s.230) (Tahvonen, Tähkätädyke n.d.)
7. (Suomalainen taimi, Tarhakurjenpolvi n.d.)
8. (Mikkola & Tanner, 2001, s.214)
9. (Mikkola & Tanner, 2001, s.135)