



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Gazmend Dibrani

Viherkatot Kaupunkiympäristötalolla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinöörityö

22.4.2020

Tekijä Otsikko	Gazmend Dibrani Viherkatot Kaupunkiympäristötalolla
Sivumäärä Aika	41 sivua + 1 liite 24.4.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikka
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat	Lehtori, Paula Naukkarinen Yrityksen ohjaaja, Hannu Leinonen
<p>Tämä insinöörityö toteutettiin toimeksiantona Skanska Talonrakennus Oy:lle. Aiheena oli viherkatot Kaupunkiympäristötalolla ja sen valintaan vaikutti vähäinen kokemus laajojen viherkattojen rakentamisesta. Insinöörityö rajattiin koskemaan ainoastaan Kaupunkiympäristötalon rakennushankkeen viherkattotyön toteutusta.</p> <p>Työn tavoitteena oli kuvata viherkattorakentamisen tehtävät työmaasuorituksen näkökulmasta yleisellä tasolla ja tuoda esille mahdolliset ongelmat ja yksityiskohdat, joihin pitää kiinnittää erityistä huomiota.</p> <p>Työ toteutettiin pääosin kirjallisuustutkimuksena, jossa pohjamateriaalina käytettiin niin kirjallisuutta kuin internet-lähteitä. Työn toteutusta helpotti oma käytännön kokemus Kaupunkiympäristötalon viherkattorakentamisen urakkavalvojana. Täten voitiin hyödyntää myös työmaalla opittuja asioita viherkattojen tehtäväsuunnittelusta ja toteutuksesta.</p> <p>Kyseistä insinöörityötä pystyy hyödyntää viherkattojen tehtäväsuunnittelussa, mutta pitää ottaa huomioon, että se on laadittu ainoastaan Kaupunkiympäristötalon näkökulmasta ja jokainen projekti on erilainen. Työ on suuntaa antava viherkattorakentamisessa huomioon otettavista asioista. Tarkoituksena on antaa lukijalle erilaisia näkökulmia viherkattorakentamisesta ja samalla tuoda esille asioita, jotka saattavat tuntua itsestään selviltä mutta voi jäädä helposti huomiotta.</p> <p>Insinöörityön johtopäätöksenä on se fakta, että viherkattorakentaminen eroaa hyvin paljon maan tasolla tehtävästä viherrakentamisesta. Viherkattorakentamisessa pitää erityisesti ottaa huomioon logistiikka ja siihen liittyvät nostotyöt. Tämän lisäksi aikataulusuunnitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota, jotta muun muassa kasvien optimaalinen istutusajankohta ei mene ohi. Aikatauluun vaikuttaa paljon myös edeltävät työvaiheet, jotka saattavat viivästyttää viherkerroksen rakentamista.</p>	
Avainsanat	Viherkatto, viherkattorakentaminen, tehtäväsuunnitelma

Author Title	Gazmend Dibrani Green Roofs at the Urban Environment House
Number of Pages Date	41 pages + 1 attachment 24 April 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management of Construction
Instructors	Principal lecturer, Paula Naukkarinen Supervisor, Hannu Leinonen
<p>This thesis was assigned by Skanska Talonrakennus Oy. The topic was green roofs at the Urban Environment House and its selection was influenced by the limited experience in building large green roofs.</p> <p>The aim of the thesis was to describe the tasks of the green roof construction to highlight any problems and details that need special attention. This thesis was mainly carried out as a literature study using both literature and internet sources as the basis. The implementation of the thesis was facilitated by the author's own practical experience as a supervisor for the green roof construction of the Urban Environment House.</p> <p>This thesis can be utilized in the task planning of green roofs, but it must be kept in mind that it is only written from the point of view of the construction of the green roofs at the Urban Environment House and that every project is different. The purpose is to give the reader different perspectives on green roof construction while at the same time highlighting aspects that may seem obvious but can easily be overlooked.</p> <p>The conclusion of the thesis is that green roof construction is very different from traditional roof construction or landscape projects where logistics are not at issue. Special attention must be paid to logistics in green roof construction, such as having in tons of growing medium delivered to the site, storing it on the site if necessary, and using a crane to lift it onto the roof. In addition, special attention must be paid to efficiently and accurately coordinate the construction schedule. Scheduling must consider the delivery, storage and installation of the plants.</p>	
Keywords	Green roof, green roof construction, task plan

Sisällys

Käsitteitä

1	Johdanto	3
1.1	Insinööriyön tausta ja tavoitteet	3
1.2	Insinööriyön rajaus ja tutkimusmenetelmät	3
2	Viherkattojen perusteet	5
2.1	Mikä on viherkatto?	5
2.2	Erilaisia näkökulmia viherkattojen luomista mahdollisuuksista	6
2.3	Kustannusten ja hyötyjen suhde	8
2.4	Monialainen yhteistyö viherkattojen suunnittelussa	9
3	Viherkaton rakenne	12
3.1	Vedeneriste	13
3.2	Juurisuojaus	15
3.3	Salaojakerros	16
3.4	Kasvualusta	17
3.5	Kasvillisuus	19
4	Viherkattojen sääntely	22
5	Viherkerroksen asennuksessa huomioitavia asioita	27
5.1	Rakenteen toiminta on ymmärrettävä	27
5.2	Ennakkosuunnittelun merkitys	28
5.3	Ajallinen suunnittelu ja asennusprosessin ohjaus	29
5.4	Työmaalla on oltava asiantunteva edustaja	31
6	Seurantakohteen viherkattorakentamisen prosessi	33
6.1	Seurantakohteen tehtäväsuunnittelupalaveri	34
6.2	Työn turvallisuussuunnitelma	35
6.3	Laatuvaatimukset	35

	2
6.4 Laadunvarmistus	36
6.5 Tehtävään liittyvät potentiaaliset ongelmat ja ratkaisut	38
7 Yhteenveto	39
Lähteet	41
Liitteet	
Liite 1. Vesikaton vihertöiden tehtäväsuunnitelma	

1 Johdanto

1.1 Insinööriyön tausta ja tavoitteet

Insinööriyö tehtiin Skanska Talonrakennus Oy:lle toimeksiantona. Skanska Oy on osa kansainvälistä Skanska konserni -yhtiötä, joka toimii tietyillä kotimarkkina-alueilla Pohjoismaissa, Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Suomessa Skanskan toiminta ulottuu niin rakentamispalveluihin kuin asuntojen ja toimitilojen projektikehitykseen. Skanska konserniin kuuluvan Talonrakennus Oy:n palveluihin kuuluu talonrakentaminen, talotekniikka ja asuntoprojektikehitys.

Skanska Talonrakennus Oy rakentaa Helsingin kaupungille toimistorakennusta ja rakennushankkeen nimi on Kaupunkiympäristötalo. Kohde sijaitsee Helsingin Kalasatamassa osoitteessa Työpajankatu 8. Kohde on yli 40 000 neliömetrin laajuinen. Siinä on yksi maanalainen kerros ja seitsemän maanpäällistä kerrosta. Työmaa aloitettiin helmikuussa 2018 ja toimistorakennuksen on määrä valmistua heinäkuussa 2020.

Kaupunkiympäristötalolle rakennetaan yhteensä yli 5000 neliometriä viherkattoja. Insinööriyön aiheeksi valittiin viherkatot Kaupunkiympäristötalolla. Aiheen valintaan vaikutti vähäinen kokemus laajojen viherkattojen rakentamisesta. Sen tavoitteena on valmistella viherkattotyöstä tehtäväsuunnitelma erityisesti ottaen huomioon haasteellinen logistiikka ja aikataulu.

1.2 Insinööriyön rajaus ja tutkimusmenetelmät

Insinööriyö rajattiin koskemaan ainoastaan seurantakohteena käytetyn Kaupunkiympäristötalon viherkattotyön toteutusta. Työssä kuvataan tehtävät työmaasuorituksen näkökulmasta ja tuodaan esille mahdolliset ongelmat ja yksityiskohdat, joihin pitää kiinnittää erityistä huomiota.

Kirjallisuustutkimusta voidaan hyödyntää viherkattojen tehtäväsuunnittelussa, mutta pitää huomioida, että tämä on laadittu vain Kaupunkiympäristötalon näkökulmasta ja jo-

kainen projekti on omanlaisensa. Tämä työ on vain suuntaa antava viherkattorakentamisessa huomioon otettavista asioista. Tarkoitus on saada lukijalle erilaisia näkökulmia viherkattorakentamisesta ja tuoda esille asioita, jotka saattavat tuntua itsestään selviltä mutta voi jäädä helposti unhoon.

Insinööriyön toisessa kappaleessa käsitellään viherkaton perusteita, kuten niiden hyötyjä ja monialaista yhteistyötä niiden suunnittelussa. Kolmannessa kappaleessa perehdytään yleisellä tasolla rakenteisiin, joilta viherkatoilta vaaditaan. Neljännessä kappaleessa käsitellään sitä, miten viherkattojen rakentamista ohjataan sääntelyjen kautta. Viidennessä kappaleessa käsitellään kirjallisuustutkimuksesta kerättyjä tietoja viherkattorakentamisen ennakkosuunnittelussa huomioon otettavista asioista ja viimeisessä kappaleessa käsitellään viherkattorakentamisen prosessia Kaupunkiympäristötalon työmaalla.

2 Viherkattojen perusteet

2.1 Mikä on viherkatto?

Rakennuksen kattorakenteen päällä olevaa kasvillisuusrakennetta kutsutaan viherkattoksi. Se muodostuu vedeneristyskerroksesta, salaojituskerroksesta, kasvualustasta sekä kasvillisuudesta, joka on valittu toiminallisista ja esteettisistä perusteista. [1] Kansainvälisesti viherkattoja tunnetaan useilla eri nimillä ja näitä ovat muun muassa ekokatto, elävä katto ja istutettu katto. [2] Suomessa viherkattorakentamista on ohjeistettu rakennustietosäätiön laatimassa kolmessa RT-ohjekortin sarjassa. Niissä käsitellään viherkattojen sekä katto- ja kansipuutarhojen periaatteita, kasvillisuutta ja kasvualustaa sekä muita viherkattoon liittyviä rakenteita. [3] Viherkatot voidaan luokitella kasvualustan paksuuden, kasvillisuuden, käytön ja hoidon perusteella erilaisiin tyyppisiin. [4] RT-ohjekorteissa viherkatto sekä katto- ja kansipuutarhat luokitellaan kasvillisuuden mukaan neljään päätyyppiin, jotka ovat:

1. Maksaruohokatto
2. Niitty/ketokatto
3. Heinäkatto
4. Kattopuutarha (katto- ja kansipuutarhat) [5]

Maksaruohokatoilla on matalaa kasvillisuutta, kuten maksaruohoja tai sammalia. Kasvualustan paksuus on noin 60...80 mm [6, s. 15.], mutta niitä voidaan perustaa myös ilman kasvualustaa suoraan salaojakerroksen päälle. Maksaruohokatot ovat viherkattotyypeistä keveimpiä, halvimpia ja yksinkertaisimpia ja sen pintaa ei ole yleensä tarkoitettu oleskeluun. [7]

Niitty/ketokatoilla kasvualustan paksuus on noin 150...200 mm ja sen kasvillisuus on luonnossa esiintyvien kuivuutta kestävien lajien muodostamaa ruoho- ja heinäkasvillisuutta. Heinäkatto vastaa niitty-/ketokattoa mutta sen lajisto koostuu pääosin heinistä ja sen kasvualustan paksuus noin 200...300 mm. [6, s.15; 8]

Kattopuutarhat ovat kasvualustakerroksiltaan paksuimpia noin 200...1000 mm. Ne mahdollistavat kaikkien viherkattotyyppien kasvien lisäksi muun muassa puiden ja pensaiden istuttamisen. Kattopuutarhoja voidaan käyttää oleskeluun ja ne rakennetaan tasakatoille. [6, s. 15; 9]

Viherkattotyypin valinta määrää katon tai kannen kantavuusvaatimuksia ja muita ominaisuuksia, kuten esimerkiksi sitä, tarvitaanko juurisuojasta. Viherkaton käyttötarkoitus, kaavamääräykset ja kunnossapidon tavoitteet on otettava huomioon kasvillisuuden valinnassa. Rakennevaatimukset huomioon ottaen saman rakennuksen katolle pystyy rakentamaan eri viherkattotyyppisiä. [5]

2.2 Erilaisia näkökulmia viherkattojen luomista mahdollisuuksista

Viherkatot voivat parantaa pienen alueen paikallista ilmastoa kaupunkiympäristössä, edistää biodiversiteettiä eli biologista monimuotoisuutta, auttaa hallitsemaan hulevesiä, parantaa lämmön- ja ääneneristävyyttä, kasvattaa katemateriaalin käyttöikä ja toimia virkistysalueena. Siksi ne yleistyvät maailmalla nopeasti erityisesti kaupungeissa, joissa on runsaasti päällystettyä, vettä läpäisemätöntä pintaa ja hyödyntämätöntä tilaa kiinteistöjen katoilla. Kaikkia edellä mainittuja hyötynäkökulmia ei voida liittää jokaiseen projektiin, vaan erilaiset hyötynäkökulmat tulevat esiin valitun viherkattotyypin mukaan, eli viherkatto voi olla hyödyllinen tai täysin hyödytön näkökulman mukaan. [10; 2]

Kaupunkien lämpösaarekeilmiön vähentäminen

Viherkatoilla kuten muilla kaupunkien viheralueilla, voi olla positiivinen vaikutus kaupunkien lämpösaarekeilmiöön. Kasvillisuus ja kasvualusta haihduttavat kosteutta ja tämä haihdutus jäädyttää ilmaa rakennuksen ympärillä. Näin ollen viherkatto vähentää ilmastointitarvetta lämpiminä ajanjaksoina, koska se tarjoaa viileämmän pinnan kattorakenteella. [11]

Biodiversiteetti

Biodiversiteetti eli luonnon monimuotoisuuden sisältyy muun muassa lajien lukumäärä tietyllä alueella, lajien sisäinen perinnöllinen vaihtelu, erilaisten eliöyhteisöjen kirjo sekä

biotooppien ja ekosysteemien monipuolisuus ja erilaisten ekologisten prosessien vaihtelu. Mitä suurempi luonnon monimuotoisuus on, sitä parempi on sen ekologinen kestävyys. Viherkatot korvaavat hävitettyä luontoa, joka on aiheutunut kaupunkirakentamisen vuoksi. Ne ovat elinympäristöjä, joissa viettävät aikaa erilaiset lajit, kuten linnut ja perhoset. [10]

Hulevesien hallinta

Hulevesien hallinnassa aiheutuu lisähaasteita ilmastonlämpenemisen lisätessä sateen määrää ja sen intensiteettiä. On arvioitu, että myös Suomessa sademäärä nousee 15-25 %. [12, s. 7.] Sade- ja sulamisvesiä voidaan hallita viherkattojen avulla ja täten minimoida huomattavasti valuntahuippuja. Tämä tapahtuu siksi, että valunta viivästyy ja näin kokonaisvalunta on vähäisempi, koska osa vedestä imeytyy viherkattoon ja osa haihtuu takaisin ilmaan. Viherkatot sekä vähentävät hulevesiviemäreiden kuormitusta mutta myös puhdistavat sadeveden epäpuhtauksista. [2]

Lämmöneristyskyky

Lämmöneristyskyky – Viherkatoille ei voida tällä hetkellä antaa U-arvoa ja hyvin todennäköisesti sitä ei tulla antamaan myöskään tulevaisuudessa. Niiden on kuitenkin osoitettu vähentävän merkittävästi ilmastointitarvetta kesällä ja viherkattotyypin mukaan ne voivat tarjota lisäeristystä talvella. Lämmöneristävydessä noin 200 mm paksu kasvualusta sekä esimerkiksi 200...400 mm korkea heinäkasvusto on todettu vastaavan noin 150 mm mineraalivillaeristystä. [10; 13]

Ääneneristävyys

Ääneneristävyys – Kasvillisuus vaimentaa melua sekä sisä- että ulkotiloissa. Viherkatoilla kasvualustan, kasvien ja muiden rakennekerrosten yhdistelmä voi toimia ääneneristeenä. Kasvualustalla on taipumus estää alhaisemmat äänitaajuudet, kun taas kasvit estävät korkeammat taajuudet. [10]

Katon käyttöikä

Alkuperäiset viherkatot Saksassa syntyivät, kun paloturvallisuussyistä kuuma bitumimassa peitettiin 6 cm hiekalla. Tähän päällysteeseen kertyi ajan saatossa humusta ja kasvillisuutta. Viherkattojen on nyt osoitettu kaksinkertaistavan, ellei jopa kolminkertaistavan vedeneristyksen käyttöikää viherrakenteiden alla.

Kaupunkien paikallinen ilmasto ja ilman laatu

Ilmakehän hiukkaset ja epäpuhtaudet suodatetaan ilmakehästä kasvualustan ja kasvillisuuden avulla. Tämän lisäksi ne tuottavat kasvien yhteyttämisen ansiosta happea.

Virkistysaluekäyttö

Tiheässä kaupunkiympäristössä asukailta puuttuu usein viheralueita. Katto- ja kansi- puutarhat tarjoavat tärkeitä viheralueita parantamaan kaupunkilaisten elämänlaatua. [13]

2.3 Kustannusten ja hyötyjen suhde

Viherkaton rakentaminen ja ylläpito on kalliimpaa kuin normaali katto. Tämän uskotaan vaikuttaneen toteutettujen viherkattojen määrään. Viherkaton hintaan vaikuttaa erittäin paljon valittu viherkattotyyppi. Maksaruohokatto on halvempi kuin kattopuutarha ja tämän takia yleisempi. Toinen seikka, joka vaikuttaa viherkaton hintaan on se, että tehdäänkö se uudis- vai korjausrakentamisen yhteydessä. Korjausrakentamiskohteessa katon rakenteita joudutaan hyvin todennäköisesti vahvistamaan, koska viherkerros tuo kattoon lisää painoa. Kevytrakenteiselle maksaruohokatolle ei yleensä tarvitse tehdä rakenteellisia muutoksia kattoon ennen viherkerroksen asennusta, jolloin säästetään kustannuksista. Viherkatto maksaa normaalia kattoa noin 50-60 euroa enemmän neliometriä kohti.

Kevytrakenteisen viherkaton kokonaiskustannukset jakautuvat rakenteiden kesken suurin piirtein seuraavanlaisesti:

- Vedeneriste ja juurisuojamatto 16 %
- Kasvualusta 48 %

- Kasvillisuus 31 %
- Kastelujärjestelmä 5 %

Viherkatoista saatavat hyödyt jaotellaan yksityisiin ja julkisiin. Yksityisiin lukeutuu edellisessä kappaleessa mainittuja hyötyjä kuten säästö energiankulutuksessa, mutta nämä säästöt eivät riitä kattamaan viherkaton rakentamisesta aiheutuvia kustannuksia. Jos viherkattoja rakennettaisiin enemmän, näkyisivät yksityisen saamat edut muun muassa hintojen laskemisena. Julkiset hyödyt riippuvat myös viherkattojen määrästä. Julkisiin hyötyihin kuuluu muun muassa hulevesien hallinta.

Yhteiskunnallisella tasolla viherkatot ovat hyvä sijoituskohde, mikäli yksityisten ja julkisten hyödyt yhdistetään. Tällöin saatavat hyödyt ylittävät viherkattojen rakentamisesta ja hoidosta aiheutuvat kustannukset.

On useita eri vaihtoehtoja, joilla voidaan lisätä viherkattojen määrää. Näitä ovat esimerkiksi erilaiset taloudelliset kannustimet sekä tutkimus- ja kehittämistoimintaan investoiminen. [4, s. 17.]

Viherkaton remontointi sen saavuttaessa käyttöikänsä päin, on hyvä huomioida taloyhtiössä. Tällöin vältetään budjettiyllytyksiltä, joita nähdään muun muassa putkiremonttien yhteydessä. Viherkaton remontointityöt voivat maksaa jopa miljoonan. [15]

Ekosysteempipalveluille on yleensä hankalaa määrittää arvo rahassa koska taloudelliset vaikutukset ovat paikoin tutkimatta. Tämän lisäksi ekosysteempipalveluilla ei ehkä ole suoraa rahallista arvoa. Suomessa viherkaton kustannuksia ja hyötyjä tutkitaan Ilmatieteen laitoksen Viides ulottuvuus – tutkimusohjelmassa. Erilaisilla arvottamismenetelmillä tutkimusryhmä muuttaa ekosysteempipalveluiden lisäksi myös muita viherkatosta tulevia hyötyjä taloudellisiksi hyödyiksi. [7]

2.4 Monialainen yhteistyö viherkattojen suunnittelussa

Suunnitteluvaiheessa määritellään, mitkä tavoitteet asetetaan viherkatolle ja mihin käyttötarkoitukseen sitä tehdään. [5] Viherkattosuunnittelun lähtötiedot perustuvat muun muassa seuraaviin seikkoihin:

- Viherkaton käytön tarkoitus: Käytetäänkö viherkattoa oleskeluun vai ainoastaan esteettisistä syistä viheriöitävänä kattopintana?
 - Kasvilajien valinta: Tärkeä seikka esimerkiksi korjausrakentamiskohteissa, joissa pitää ottaa huomioon se, kuinka paljon rakenteita voidaan kuormittaa.
 - Viherkaton hoidon valinta: Hoidetaanko viherkattoa säännöllisesti vai tehdäänkö siitä luonnonmukainen viherkatto, jossa hoitoa ei vaadita. Kattoliiton viherkaton huoltokirjassa ohjeistetaan, että viherkattotyypin mukaan kattoa joudutaan tarkastamaan 2-15 kertaa vuodessa.
 - Mekaaninen suojaustarve juurisuojauskerroksessa ja vedeneristeessä: Mekaaninen suojaustarve on mahdollista jättää pois, mikäli viherkatolla ei oleskella. Kuitenkin jos kattoa hoidetaan säännöllisesti ja siinä oleskellaan, tarvitaan mekaanista suojauskerrosta. Juurisuojaus voidaan jättää myös pois, mikäli viherkatolle ei tule sellaista kasvillisuutta, jonka juuret ovat riskinä tunkeutua aina vedeneristeeseen asti.
 - Vedenpoistotapa katolla
 - Tuulikuormat
 - Viherkattojen kulkuväylät
 - Oleskeluun tarkoitettujen viherkattojen kattokaiteet
 - Katon lämmöneristykseen vaikuttava viherkerros: Vaikka katossa käytetäänkin viherkattoa, varsinaista lämmöneristyskerrosta ei saa ohentaa.
- [7, s. 5; 17, s. 5; 18, s. 6.]

Suunnitteluvaiheessa laaditaan sen tyyppiset toteutusratkaisut, jotka mahdollistavat tavoitteiden saavuttamisen. Jotta tähän päämäärään päästään, viherkattojen suunnittelussa tarvitaan monialaista yhteistyötä. Suunnittelu vaatii seuraavien alojen yhteistoimintaa:

- arkkitehtisuunnittelu
- vihersuunnittelu
- rakennesuunnittelu
- talotekniikka ja kunnallistekninen suunnittelu
- liikennesuunnittelu

On merkittävää, että viherkatto otetaan huomioon rakennesuunnittelijan ja arkkitehdin luonnostaessa kantavaa runkoa ja yläpohjan rakennetyyppejä. Mikäli näin ei toimita, tulevaisuudessa saattaa joutua tekemään runsaasti lisätyötä tai viherkaton rakentaminen saattaa jopa estyä. [5] Esimerkiksi edellä mainittu kasvilajien valinta saattaa muodostua ongelmaksi tietyissä korjausrakennuskohteissa. Suunniteltaessa kantavaa rakennetta, tulisi huomioida niitä kuormia, jotka johtuvat viherkerroksesta. Näitä ovat muun muassa viherrakenteiden asennuskuormat, märkä- ja kuivapaino sekä oleskelusta ja viheralueen hoidosta aiheutuvat kuormat. Esimerkiksi jos viherkatto suunnitellaan käytettäväksi myös oleskelulle, on määritettävä maksimi sallittu oleskelukuorma. [16]

Rakennustaito-sivuston 29. toukokuuta 2015 julkaistussa artikkelissa ”Tarve insinööriille ja puutarhurille” todetaan, että

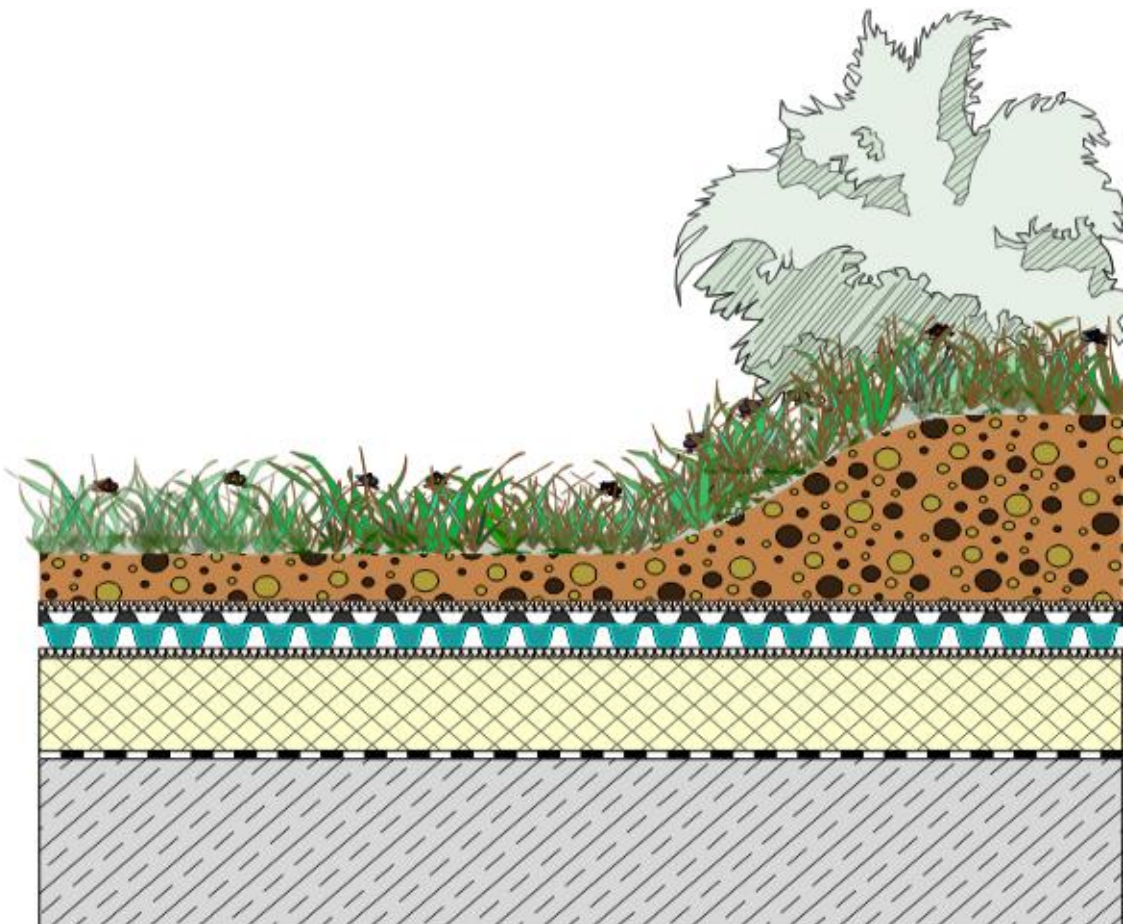
”Viherkattojen suunnittelu ja rakentaminen vaatii ymmärrystä rakennetekniikasta, kasvukerrostojen vesitaloudesta ja kasvien sopeutuvuudesta vaihteleviin olosuhteisiin ”. [15]

Tämän syyn takia onkin tärkeää, että viherkaton suunnittelussa on monialaista yhteistyötä.

Rakennesuunnittelijan suunnittelu kohdistuu vedeneristykseen, juurisuojaukseen sekä katon tai kannen rakenteisiin. Lisäksi rakennesuunnittelija suunnittelee vedenpoiston ja tarvittavat läpiviennit. Sen sijaan vihersuunnittelijan suunnittelu liittyy kasvillisuuteen, kasvualustaan ja kasvillisuusrakenteisiin. Vihersuunnittelija myös suunnittelee, miten kasvialustasta poistetaan liiallinen vesi. Samalla kun rakenne- ja vihersuunnittelija tekee suunnitelman, tehdään hoito- ja huoltosuunnitelmat. Viherkaton rakennetta tulee tarkastella kokonaisuutena, kuinka kasvillisuus ja eri rakennekerrokset toimivat yhdessä ja tähän auttaa se, että suunnittelussa on mukana asiantuntijoita eri aloilta. [5]

3 Viherkaton rakenne

Viherkaton rakentamisen onnistumisen avaintekijöitä ovat ne, että käytetään katolle sopivaa kasvualustaa, kasveja ja juurisuojasta sekä salaojakerrosta, jolla vesi poistetaan onnistuneesti katolta. Kuitenkin esimerkiksi kasvualusta ei ole aina välttämätön sammal- katolla. Lisäksi jos katolla on todella ohut kasvualusta ja vain sen tyyppisiä maksaruohoja ja sammalia, joiden juuret eivät ole voimakkaita, juurisuojaa ei välttämättä käytetä. [7] Jokaisella kerroksella on oma tehtävänsä vedeneristeen suojaamisessa, sadeveden pidätyksessä ja suodattamisessa sekä eroosiolta suojaautumisessa.



Kuva 1. Kaupunkiympäristötalon katto on käännetty rakenne. Rakennekerrokset kantavan rakenteen päällä ovat vedeneriste, lämmöneristeet, salaojakerros, kasvualusta ja kasvilisuus. [19]

3.1 Vedeneriste

Viherkatto on hankalasti ja kalliisti korjattava rakenne, koska sen korjaaminen vaatii viherkerroksen poistamista. Vedeneristys on kattorakenteen kulmakivi, koska sen joutuessa epäkuuntoon rakenne pitää korjata välittömästi. Viherkatoilla on suositeltavaa käyttää pitkäikäistä käyttökokeusta omaavia materiaaleja.

Rakenne, joka on vedeneristeen alapuolella, tulee kestää siihen tulevat kuormitukset niin, ettei muodonmuutoksien takia vedeneriste vaurioidu, vedenpoisto esty, heikkene taikka synny tarpeettomia lammikoita. Lisäksi vesikaton vuoto tai muu ongelma on helpommin paikallistettavissa ilman suuria viherkerroksen purkutöitä, mikäli vedeneriste kiinnitetään alustaansa kauttaaltaan, alustan ja vedeneristemateriaalin sen salliessa.

Tavallisilla vesikatoilla hyväksytyjä yksikerroksia eli yksikerrosrakenteita ei saa käyttää viherkatoilla, vaan kermiratkaisujen pitää olla aina vähintään kaksikerroksisia. Kattoalveus määrää vedeneristyksen valinnan. Mitä loivempi katto on, sitä suuremmat vaatimukset asetetaan vedeneristeelle.

Suomessa voidaan käyttää viherkattojen vedeneristysratkaisuna joko SBS-kumibitumikermejä tai yksi- ja kaksikomponenttisia nestemäisiä elastomeereja, esimerkiksi polyuretaanielastomeeri. Elastomeerin pitää olla kerrokseltaan vähintään 4 mm paksua, jossa sallitaan enintään 0,5 mm poikkeama. Tämän lisäksi elastomeeria täytyy ruiskuttaa vähintään kahteen kertaan.

Modifioituista bitumeista valmistettuja bitumikermejä käytetään Suomessa useimmiten loivien kattojen vedeneristeenä. Suomessa on pitkäaikainen ja vankka kokemus niiden käytöstä. Arvioitaessa vedeneristysmateriaalin soveltuvuutta erityisen haastaviin viherkattorakenteisiin on tärkeää ottaa huomioon edellä mainittu käyttökokeus. Tämä johtuu siitä, että vedeneristyksen onnistuminen ja pitkäikäisyys ovat riippuvaisia enimmäkseen opituista työmenetelmistä. Onnistuneimmat suunnitteluratkaisut kehittyvät käyttökokeuksen kautta. Tähän asti Suomessa on ollut vähän kokemusta vesikatoilla käytettävistä nestemäisistä vedeneristysmateriaaleista. Tämän syyn takia, tarvitaan yhteistyötä erikoisurakoitsijan kanssa. Esimerkiksi tarvittavien olosuhteiden aikaansaaminen asennuksen aikana vaatii yhteistyötä erikoisurakoitsijan kanssa jo suunnitteluvaiheessa.

Tuote- ja käyttöluokituksen mukaan valitaan bitumikermien kateratkaisu. Tuoteluokitus määrittää tekniset minimivaatimukset bitumikermeille. Sen sijaan käyttöluokitus määrittää sen kermiyhdistelmävaihtoehdot eri kattokaltevuuksilla.

Viherkattojen katerakenteilla on kolme käyttöluokkaa, jotka jaotellaan kattokaltevuuden mukaan:

- VIHVE 10 (minimikaltevuus 1:10)
- VIHVE 20 (minimikaltevuus 1:20)
- VIHVE 80 (minimikaltevuus 1:80)

Salaojitustuotetta, jota käytetään, tulee olla pinnaltaan niin tasainen kuin mahdollista. Tämän lisäksi se ei saa vahingoittaa vedeneristettä. Salaojitusmateriaali, joka asennetaan välittömästi vedeneristeen päälle, on suunniteltava salaojittavaksi. Sen tulee antaa veden poistua heti vedeneristeen pinnalta.

Viherkaton vedeneristysratkaisun perusvaatimukset ovat seuraavat:

- Jatkuva kate: Vedenpaineen alaisuudessa kate ja katteen saumat ovat vesitiiviitä
- Todella vesitiivis kate, joka on esimerkiksi testattu testimenetelmän EN 1928 B mukaisesti
- Opiteut menetelmät asennuksesta ja suunnittelusta
- Monikerrosratkaisu, joka on valinnaltaan turvallisempi kuin yksikerrosratkaisu
- Vedeneriste on elastinen, eli pyrkii palautumaan muodonmuutoksen jälkeen entisiin mittoihinsa
- Kestää UV-säteilyä etenkin ylösnoistoissa, jos suojarakenteilla ei suojata niitä

Puu- ja rakennuslevyalustoihin kermiä kiinnitetään aina mekaanisesti piilosaumasta. Tämän tarkoitus on suojata tuulen imukuormaa, rakenteiden liikkeitä sekä niitä liikkeitä vastaan, jotka ovat tyypillisiä vedeneristysmateriaalille. Vedeneristys kiinnitetään käännettyssä rakenteessa kokonaisuudessaan alustaan niin lujasti, ettei vedeneristys irtoa alustasta siinä mahdollisesti olevan kosteuden höyrynpaineesta. Tämä vaatii sitä, että vedeneristysalusta sinkopuhdistetaan, hiotaan ja tehdään tartuntakäsittely kumibitumiliuoksella. [16, s. 5-6.]

3.2 Juurisuojaus

Juurisuojausten tehtävänä on estää kasvien juuria vaurioittamasta vedeneristettä, turvata viherkaton vedenpitävyys koko käyttöiän ajan ja tuoda viherrakenteelle mukanaan muuntojoustavuutta, jos esimerkiksi kattokasvillisuutta halutaankin muuttaa tulevaisuudessa sekä torjua sellaisen kasvillisuuden aiheuttamia vahinkoja, joka on levinnyt katolle itseksensä.

Juurisuojaustuotteita on kahden tyyppisiä, fyysisiä ja kemiallisia. Fyysisillä tarkoitetaan suojaavia kalvoja ja kermejä. Ne yleensä valmistetaan tiheästä muovista. Sen sijaan kemiallisilla tarkoitetaan pinnoitteita ja nestemäisiä tiivistysaineita. Juurisuojaakerros voidaan joko laittaa vedeneristeen päälle tai itse vedeneristeessä voi olla ominaisuus, joka suojaaa juurilta.

Kykyä toimia juurisuojana juurten tunkeumaa vastaan, on osoitettava koejärjestelyin ja tämä juurisuojaesteti voi olla esimerkiksi FLL:n (Saksalainen maisemoinnin tutkimus- ja rakennusyhdistys) määritysten mukaan tehty. Rakennesuunnittelijan on arvioitava, kuinka juurisuojaestattu tuote toimii juurisuojana pitkällä aikavälillä ja samalla ottaen huomioon kasvillisuus, joka on suunniteltu kohteeseen. Tapauskohtaisesti tulee arvioida myös muiden rakennekerrosten, kuten lämmöneristeiden suojaamistarve.

Hyväksytty juurisuojaustuote ei riitä vedeneristeen suojaamiseen vauriolta, mikäli istutettava kasvillisuus on voimakasjuurinen kuten puut ja suurikokoiset pensaat. Tällaisessa tapauksessa on tehtävä rakenteellinen juurisuojaus, joka voi olla muun muassa suoja-betonilaatta tai -kaukalo.

Syvälle tunkeutuvan juuristonsa ansiosta kasvillisuus voi selvitä kuivista kausista luonnonympäristössä. Katto-olosuhteissa käytettävissä oleva tila vaikuttaa juuriston kehittymiseen. Kattopuutarhassa varataan viherrakenteille vähintään 1,2 metriä syvä tila, kun istutetaan suuria puita ja tästä kasvualustan paksuus on 1 metriä. On huomioitava, että puut, jotka omaavat matalan juuriston eivät kestä yhtä hyvin myrskyjä tai kuivuutta kuin lajit, jotka ovat syväjuurisia. Ensisijaisesti puut istutetaan niille varattuun altaaseen. Tarvittaessa allas on oltava maisemoitavissa rakenteeseen. Juuristo ei saa vaikuttaa rakenteisiin haitallisesti lyhyellä eikä pitkällä aikavälillä.

Katon alueet, joissa ei ole viherrakenteita, tulee myös suojata juurten tunkeumaa vastaan. Näitä ovat esimerkiksi kulkuväylät sekä kaikki epäjatkuvuuskohdat ja läpiviennit. Kalvoja käytettäessä pyritään juurisuojauksesta tekemään yhtenäinen joko limittämällä saumat minimissään 1,5 metriä tai niitä voidaan liittää tuotteeseen sopivilla tarvikkeilla.

Juurisuojan on kestettävä UV-säteilyä tai suojattava UV säteilyltä. UV-säteily on otettava huomioon etenkin ylösnostojen, läpivientien, reuna-alueiden ja muiden epäjatkuvuuskohtien alueilla. Erityisesti kalvot ja kermi tulee suojata mekaaniselta vauriolta silloin kun tehdään asennustöitä. [16, s. 5.]

3.3 Salaojakerros

Salaojituserroksella tarkoitetaan vettä johtavaa rakennetta tai karkearakeista maa-ainekerrosta, jonka tehtävänä on kuivattaa kasvualustaa mahdollistamalla veden siirtymään kuivatettavalta alueelta valumalla. Tarvittaessa viherkatoilla käytetään joko yhtä tai kahta salaojituserrosta seuraavanlaisesti:

- Ensimmäinen salaojituserros: Se sijaitsee heti vedeneristeen päällä. Tehtävänä on vedenpoiston toimivuuden varmistaminen.
- Toinen salaojituserros: Se sijaitsee heti kasvualustan alapuolella. Tehtävänä on kasvualustan sopivasta kosteudesta huolehtiminen. Salaojituserros varastoi vettä ja poistaa ylimääräisen veden.

Viherkatolla liiallinen vesi otetaan pois heti vedeneristuserroksen päältä salaojituserroksella, joka on tasainen pinnaltaan ja homogeeninen salaojitusjärjestelmältään. Yleensä kasvualustat katto- ja kansipuutarhoissa salaojitetaan vielä erikseen, jotta ylimääräinen vesi poistetaan. Todella jyrkillä katoilla, joiden kaltevuus on 1:50 tai jyrkempi, salaojamatto on mahdollista korvata vettä pidättävällä suojamatolla, joka omaa riittävän kitkan. Esimerkki tämän tyyppisestä suojamatosta on polypropyleenikuitumatto.

Salaojituserrosten tulee kestää kuormitukset, jotka kohdistuvat niihin, vaurioitumatta ja ilman suuria muodonmuutoksia. Kaikissa kuormitustilanteissa salaojamatossa on säilytettävä riittävän suuri huokostila. Hienoainesta, joka tukkii poistoreittejä ei saa kerääntyä

huokostilaan. Salaojamateriaalin alla sijaitseva rakennekerros, kuten vedeneriste ei saa missään olosuhteissa vaurioitua salaojamateriaalin takia.

Kasvualustaan saattaa aiheutua vesieroosiota ja uomia johtuen vedestä, joka imeytyy liian hitaasti kasvualustapintaan. Useimmiten lisäsalaojitusta tarvitaan pitkillä kallistusalueilla ja lappeilla, jotta ehkäistään tätä niin sanottua vesieroosiota. Sitä on mahdollista estää myös peittävällä kasvillisuudella ja kasvualustalla, joka on riittävän läpäisevä. [16, s. 6.]

3.4 Kasvualusta

Kaiken lähtökohtana sille, että kasvillisuus menestyy, on kasvualusta. Menestyminen riippuu muutamasta perustekijästä. Valmiissa kasvialustaseoksissa on tutkittu niiden rakenne, happamuus ja ravinnepitoisuus sekä niiden tuotanto on valvonnan alla. Näiden lisäksi niiden kasvialustavalmistajien, jotka toimivat kaupallisesti, tulee olla rekisteröityneitä. Kasvialustaerässä on tultava mukana tuotteen ominaisuuksista tuoteseloste. Kaupallisesti valmistetuissa kasvialustoissa on muitakin etuja. Esimerkiksi niissä on tuotteita, jotka on valmistettu eri käyttötarkoituksiin, kuten hapan kasvialusta alppiruusuille. Lisäksi niissä on peltomultaan verrattuna merkittävästi vähemmän rikkakasveja.

Erilaisilla katteilla on mahdollista peittää kasvillisuusalueiden pinta. Niiden avulla vähennetään kasvialustan veden haihtuminen, tasataan kasvialustan lämpötilaerot ja estetään sitä, että rikkakasveja alkaa kasvaa. Näiden lisäksi katteilla edistetään mikrobien toimintaa silloin kun maa pysyy kosteampana. Useimmin käytettyjä vaihtoehtoja katteille ovat koristekivet, katekangas sekä kuorikate. Katekankaana ei ole suositeltavaa käyttää suodatinkangasta, sillä sitä käytettäessä veden imeytyminen maahan heikkenee. Maanpeitekasvienkin avulla voidaan estää rikkakasvien kehittymistä, joka johtuu niiden tiheästä peittokasvustosta. Kuitenkin rikkakasvit tulisi kitkeä säännöllisesti pois ensimmäisen parin vuoden aikana.

Kasvialustan koostumuksella on valtava merkitys, varsinkin kun katoilla kasvillisuus saattaa joutua erilaisiin sääolosuhteisiin, kuten myrskyyn tai helteeseen. Merkittävin haaste kasvialustan ja toisten rakennekerrosten kannalta on vedenhallinta. Esimerkiksi kasvien tulisi saada sopivassa määrin vettä ja niiden ylikastelua tulisi välttää. Lisäksi

ylimääräisen veden tulisi poistua esteettömästi ja jäätymisestä aiheutuvia vaurioita pitäisi välttää, kun kylmä kausi koittaa. Kasvien juurten hapen saanti huomioon ottaen, on tärkeää poistaa ylimääräinen vesi kasvualustasta.

Yleisesti ottaen kasvualustojen pitäisi pidättää ja päästää vettä läpi sopivassa määrin. Niiden tulisi olla kuohkeita ja tarjota kasvien käyttöön ravinteita sekä soveltua kasvillisuudelle, joka istutetaan siihen. Kasvualustat viherkatoissa tulee myös olla käyttökäytännön pitkiä, palamattomia, kevyitä ominaispainoltaan, vakaita ja tukevia sekä niin, että ne ovat suunniteltuja käyttöön. Lisäksi ympäristövaikutukset, jotka aiheutuvat niistä, tulisi olla niin pieniä kuin mahdollista. Raekokojakauma kasvualustalla pitää olla soveltuva käyttöön. Lisäksi olisi suotavaa, että se on enimmäkseen maatumatonta epäorgaanista materiaalia. Kasvualustoissa orgaanisen aineen määrä on useimmiten 5-25 %. Kasvualusta ei saisi olla ominaisuuksiltaan jäätymisherkkä. Kasvualustan paksuudesta tehdään niin suuri kuin se on mahdollista rakenteellisesti. Tämä johtuu siitä, että täten pystytään tarjoamaan kasveille tuulta vastaan mahdollisimman suurta stabiliteettia. Lisäksi järjestelmän kuivuminen ei tapahtuisi niin herkästi. Tavalliseen kasvualustaan verrattuna kevennetty kasvualusta saattaa olla 25-40 % painosta.

Kasvualustan valinnalla on vaikutusta moneen eri seikkaan, kuten haluttuun kasvillisuuteen ja viherkattotyyppiin. Lisäksi sen valinta vaikuttaa rakenteen pitkäikäisyyteen sekä siihen, kuinka paljon huoltotoimenpiteitä tarvitaan.

Kasvualustana voi toimia myös kasvillisuusmatto sen tyyppisissä viherrakenteissa, jotka ovat erittäin kevyitä. Kasvillisuusmattojen kasvualustan orgaanisen aineen pitoisuus tulee olla vähäistä ja sen tulee sisältää kivennäisaineita. Ne eroavat tavanomaisista levitetävistä kasvualustoista niiden koostumukseltaan ja rakeisuusjakaumaltaan. Hyvin suunnitelluissa luonnonmukaisilla viherkatoilla ravinteiden määrä tulisi olla vähäistä. Näin pyritään ehkäisemään sitä, että kilpailukykyisimmät kasvilajit leviäisivät toisten lajien ansiosta. Lisäksi niissä tulee olla runsaasti eri maannostyyppisiä, eri lajeille eri kasvualustasyvyyskerroksia sekä sen tyyppisiä alueita, jotka ovat paljaita, vähäkasvisia tai karkeampia maanaineskerroksia sisältäviä alueita. Edellä mainittujen lisäksi pitäisi olla niin sanottuja kiinteitä suojaesimerkiksi isoja kiviä. [10, s. 98-100.]

3.5 Kasvillisuus

Katon rakenne vaikuttaa merkittävästi siihen, minkälainen kasvillisuus katolle valitaan. Aikaisemmin määritellyt viherkattotyyppien nimet kuvastavat luonnetta, joka kasvillisuudella on. Katolla on kasvillisuudelle äärimäiset olosuhteet ja se on tämän takia sille hyvin rankka kasvupaikka. Katolla saattaa olla kuivuutta, paahdetta, tuulisuutta sekä pakkasta ja nämä kaikki vaikuttavat kasvillisuuden kasvuoloihin. Luonnossa esiintyvät kasviyhdykunnat ja kasvupaikkatyypit, kuten avoimet ja paahteiset kalliot ja kivikot voidaan rinnastaa katon pienilmastoon ja kasvuoloihin. Katoilla on myös kasvualueita, joissa on koko ajan varjoista. Katon korkeus ja sen pienilmasto vaikuttaa myös kasvillisuuden valintaan. Lähellä olevat rakennukset aiheuttavat tuulenpyörteitä ja varjoa. Tämän lisäksi ne voivat varata lämpöä ja heijastaa valoa. Kattokasvillisuuden tulee kestää lämpötilan voimakkaita vaihteluita.

Useat eliölajit hyötyvät katon kasvillisuudesta aikaisin keväällä, kun kasvillisuus maan pinnalla on edelleen lepotilassa. Sekä puu- että ruohovartisissa lajeissa on kasveja, jotka kukkivat aikaisin keväällä. Tällaisia ovat esimerkiksi pienet sipulikasvit, joita on mahdollista kasvattaa millä viherkattotyypillä tahansa. Kasvivalintoja tehdessä on kiinnitettävä paljon huomiota siihen, kuinka paljon kasveja joudutaan hoitamaan ja miten kasvit menestyvät katolla vallitsevassa ilmastossa.

Kasvillisuuden valintaan voidaan lähestyä alla lueteltujen kysymysten kautta:

- Mitä tavoitteita katolle asetetaan (esimerkiksi meluntorjunta lentomelu alueilla, hulevesien hallinta, vähän hoitoa vaativa)?
- Mitä reunaehtoja suunnittelulle asetetaan esimerkiksi kaavamääräyksissä?
- Mikä on katto- ja kansipuutarhan käyttötarkoitus ja tavoitteet?
- Minkälaiset kasvuolosuhteet kattoympäristössä on (esimerkiksi ympäröivien rakennusten aiheuttama varjostus)? Kestääkö kasvillisuus muun muassa eri tekijöitä kuten tuulta vastaan?
- Onko vaarana, että katolle joutuu haitallisia vieraslajeja?
- Minkälainen tyyli rakennuksilla on ja mikä on niiden käyttötarkoitus?
- Kuinka läheltä kasveja katsellaan?
- Näkykö kasvillisuus maan tasolta?
- Kuinka paljon kasveja katolle tulee?

- Kuinka paksu kasvualusta on ja minkälaiset ominaisuudet sillä on?
- Onko hoitotyöhön varattu riittävästi resursseja?
- Mitä kalustoa hoitotyössä tarvitaan?

Kestäviä kotimaisia lajeja ja lajikkeita suositaan viherkattojen vaativissa kasvuolosuhteissa. Näitä ovat esimerkiksi kotimaiset luonnon kasvit ja FinE-kasvit. [6, s. 1-2.] FinE on lyhenne sanoista Finnish Elite. FinE-tunnuksen omaavat kasvit takaavat sen, että ne on lisätty sen tyyppisistä emokasveista, jotka on tautitestattu ja tutkittu ilmastonkestävyydeltään ja käyttöominaisuuksiltaan. Koko kasvukauden aikana FinE-kasvien on oltava helppohoitoisia ja näyttäviä. [20] Tuuli ja linnut voivat levittää haitallisten vieraslajien siemeniä ympäristöön, joten sellaista kasvillisuutta ei saa käyttää. Myös käytettävän kasvualustan pitää olla vapaa haitallisten vieraslajien siemenistä ja kasvinosista.

Mikäli puita varten on erikseen tehty tarkoituksenmukaiset kasvualusta- ja kansirakenteet, niitä voidaan kasvattaa katto- ja kansipuutarhoissa. Sen lisäksi että pienikokoiset puut eivät kuormita rakenteita niin paljon kuin suurikokoiset puut, ne myös soveltuvat käyttöön paremmin elinkaarensa ja kokonsa puolesta.

Puun paino kasvaa voimakkaasti puun kehityksen myötä. Tähän vaikuttaa puun rungon, oksiston ja juuriston pituus- ja paksuuskasvu. Puun painosta noin neljännes on juuristossa, jonka laajuus luonnonmukaisilla kasvupaikoilla on suurin piirtein saman laajuinen kuin puun latvus ja suhteessa siis puun kokoon. Puiden juuristo on pääosin pinnassa noin 0,6 metrin syvyydessä ja yleensä enintään metrin syvyydessä. Kattorakenteessa puille varataan yleensä minimissään 1,2 metrin syvyinen kasvualusta tila puun kiinnittymisen ja kosteusolosuhteiden takia. Tästä varsinaisen kasvualustan paksuus on minimissään 0,6...1,0 metriä kasvualustan olosuhteiden mukaan.

Matalajuuriset, kuivuutta ja tuulta kestävät puulajit sopivat yleensä katto- ja kansipuutarhaan. Paljon itämiskelpoista siementä tuottavat puulajit kuten vaahterat ja koivu aiheuttavat rakenteiden puhdistus- ja taimien poistotarvetta.

Suunnittelussa on huomioitava se, että puu, kuten lehmus, voi painaa enintään 6000 kg jos viherkaton elinkaaren arvioidaan olevan 40 vuotta. Puun painon määrittely perustuu muutamien suurimpien puiden painojen kehitykseen 60-vuotiaalla puulla, eli 20 vuoden kasvatus taimistossa ja 40 vuotta viherkatolla. Mikäli viherkatolla käytetään puita, jotka

ovat suurempia ja nopeakasvuisempia tai vanhempia kuin lehmus, on erittäin tärkeää, että se huomioidaan kattorakenteiden kantavuudessa. [6, s. 2-3.]

4 Viherkattojen sääntely

Viherkattojen sääntelyn perustan muodostaa maankäyttö- ja rakennuslaki. Tämä johtuu siitä, että viherkattojen suunnitelmalliselle toteuttamiselle luovat puitteet kaavoituksen vaatimukset ja rakentamisen edellytykset. Esimerkiksi asumiseen, teollisuuteen, virkistykseen ja luonnonsuojeluun liittyviä, yleensä keskenään ristiriitaisia intressejä, sovitaan kaavoituksen avulla. Kaavoituksen ja rakentamisen monet tavoitteet liittyvät eri tavoin myös viherkattojen toteuttamiseen asettamalla reunaehtoja viherkattojen sijoittamiselle ja niiden rakentamiselle. [2]

Maankäyttö- ja rakennuslaki ja Suomen rakentamismääräyskokoelma ei tunnista viherkattoa käsitteenä. [14] Viherkatot kuitenkin edistävät maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteita jo sen ensimmäisessä pykälässä, kuten esimerkiksi virkistysmahdollisuuksien ja viihtyvyyden lisäämisellä. [21]

”Lain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestäväää kehitystä.”

[Maankäyttö- ja rakennuslaki 1§]

Vastaavan lailla viherkatot edistävät myös muiden lakien tavoitteita kuten ympäristönsuojelulain tavoitteita muun muassa eristämällä melua ja parantamalla ilmanlaatua sitomalla katupölyä ja pienhiukkasia. [22]

”Lain tavoitteena on mm. turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö.”

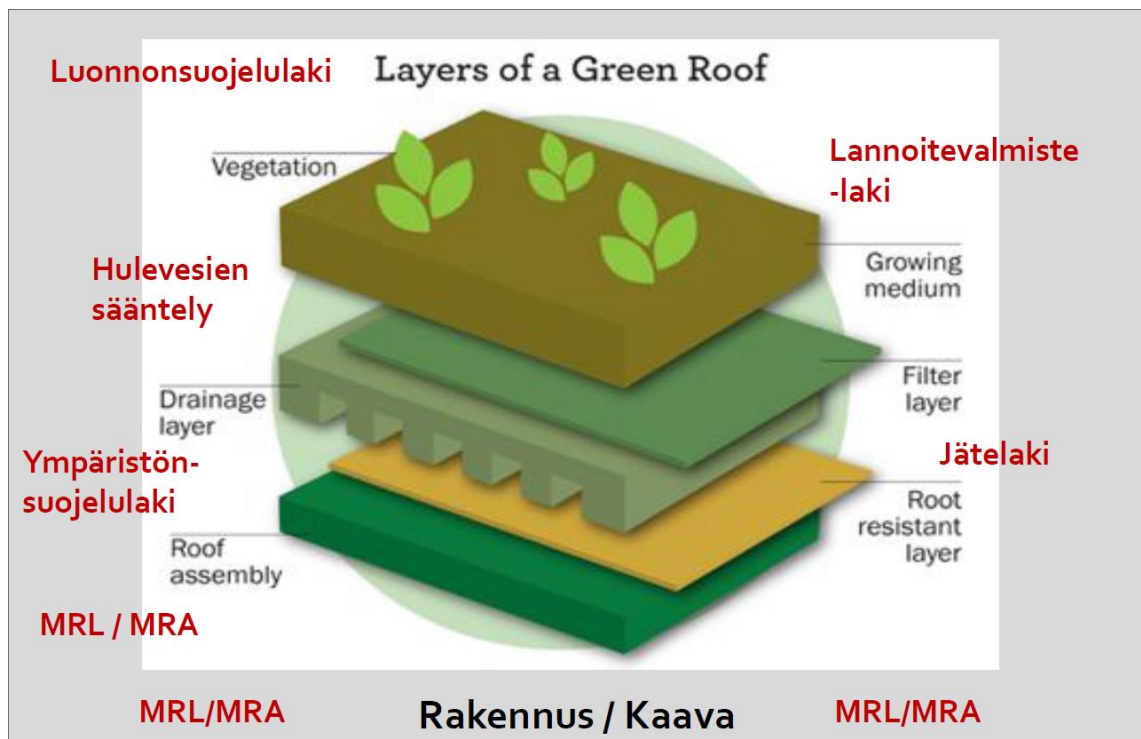
[Ympäristönsuojelulaki 1§]

Tämän lisäksi muun muassa luonnonsuojelulakia tukemalla monimuotoisuuden suojelua kaupunkiympäristöissä tarjoamalla elinympäristöjä eläin- ja kasvilajeille. [22]

”Tämän lain tavoitteena on:

- 1) luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen;
- 2) luonnonkauneuden ja maisema-arvojen vaaliminen;
- 3) luonnonvarojen ja luonnonympäristön kestävän käytön tukeminen;
- 4) luonnontuntemuksen ja yleisen luonnonharrastuksen lisääminen; sekä
- 5) luonnontutkimuksen edistäminen.”

[Luonnonsuojelulaki 1§]



Kuva 2. Viherkaton rakenteisiin sovellettavaa lainsäädäntöä. [22]

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa annetaan vaatimuksia rakenteille, joita viherkattojen suunnittelussa on otettava huomioon. Näitä ovat esimerkiksi kuormitus- ja paloturvallisuusvaatimukset. [14] Yleis- ja asemakaava ohjaa yksityiskohtaisemmin ja selkeämmin viherkattojen toteuttamista. Suomen eri kaupungeissa on voimassa ja valmisteilla olevia asemakaavoja, joissa on kaavamääräyksiä viherkattoihin liittyen. Noin sadassa asemakaavassa Helsingin kaupungin alueella on annettu määräyksiä viherkatoista. [14]

”Alle kuusi kerrosta korkeiden rakennuksen osien katot tulee rakentaa pihakantena, terassina tai viherkattona.”

- Kaavamääräys Kalasatamassa Kaupunkiympäristötalon alueelta koskien viherkattojen rakentamista. [24]

Pehmeämpää sääntelyä ovat muun muassa rakennustietosäätiön laatimat ohjekortit. Viherkatoista laaditut Rakennustietosäätiön ohjekortit eivät ole oikeudellisesti sitovia, mutta niiden voidaan katsoa täydentävän Suomen rakentamismääräyskokoelmaa ja siinä annettuja määräyksiä ja ohjeita. Pehmeämpää sääntelyä ovat myös erilaiset rakennusten ympäristöluokitukset kuten BREEAM tai LEED, joissa viherkatoista saa lisää pisteitä. [21] Tämän lisäksi pehmeämpää linjaa edustaa Suomessa esimerkiksi Helsingin kaupungin vuonna 2016 tekemä viherkattolinjaus ”Stadin katot elävät”. Sen mukaan Helsinki haluaa tulla tunnetuksi Suomen viherkattorakentamisen edelläkävijänä.

Helsingin kaupunki teki viherkattolinjauksen vuonna 2015. Viherkattolinjauksen tavoitteena on hallita paremmin hulevesiä rankkasateiden koittaessa sekä hillitä lämpösaarekeilmiötä kaupunkirakenteessa. Lisäksi päämäärinä on turvata ja edistää kaupunkiluonnon monimuotoisuutta sekä hyödyntää kattoja aktiivisesti esteettisenä, taloudellisenä ja toiminnallisena voimavarana. Helsingin kaupungin viisi strategista linjausta ovat seuraavat:

1. Asemakaavoituksen ja viherkattorakentamisen edistäminen: ”Helsingin kaupunki edistää viherkattojen rakentamista asemakaavoituksen, tontinluovutuksen ja viherkattojen koerakentamisen avulla.”

2. Uudisrakentaminen: ”Uudisrakennuksissa, joiden kattokulma on alle 20 astetta, tulee kaavoituksessa ja suunnittelussa viherkaton olla ensisijaisesti tutkittava vaihtoehto. Kylmissä talousrakennuksissa ja katoksissa tulee ensisijaisesti olla viherkatto.”

3. Viherkattojen rakenteelliset ratkaisut: ”Rakennettavien viherkattojen kasvualustojen syvyyden tulee vastata toiminnallisia vaatimuksia. Viherkattoilla on pyrittävä syvyyden vaihtelevuuteen, kasvillisuuden monipuolisuuteen sekä kotimaista alkuperää olevan lajiston ja kasvualustojen suosimiseen.”

4. Viherkattojen rakenteelliset ratkaisut: ”Helsinki edistää ja etsii ympäristövastuullisia ratkaisuja, mm. resurssitehokkaiden materiaalien käyttöä viherkaton rakenteissa.”

5. Viherkatto-osaamisen ja kokemusten lievittäminen: ”Kaupunki lisää viherkatto-osaamista hankkeiden seurannalla ja arvioinnilla, kaupungin henkilöstön koulutuksella ja erilaisilla koerakentamis- ja tutustumiskohteilla.”

Kaupunki jakaa tietoa viherkattorakentamisen hyödyistä, toimivista rakenneratkaisuista, kustannuksista ja hyvistä käytännöistä.”

Helsingin asemakaavoituksessa on alettu edellyttämään viherkertoimen käyttöä. Viherkertoimen avulla pyritään varmistamaan se, että tonteilla säilyy riittävä viherpinta-ala, joiden avulla ehkäistään hulevesitulvia. Viherkerroin osoittaa, kuinka paljon tontilla on kasvillisuutta ja vettä viivyttäviä ratkaisuja suhteessa tontin pinta-alaan. [23]

”Suunnittelussa tulee esittää Helsingin viherkertoimen mukainen vihertehokkuus ja pyrkiä saavuttamaan asetettu tavoiteluku.”

- Kaavamääräys Kalasatamassa Kaupunkiympäristötalon alueelta koskien viherkertoimen käyttöä vihertehokkuuden osoittamiseksi. [24]

Viherkerrointyökalu on käytännöllisesti katsoen sen tyyppinen taulukko, johon laitetaan tontin pinta-ala ja muun muassa puiden, pensaiden ja istutusten suunnitelmat. Sitä paremmat pisteet voi saada, mitä enemmän tontilla on viherrakenteita suhteessa pinta-alaan. Pisterajan asettaa kaavoittaja ja rakentajalla on päätösvalta, miten tämä toteutetaan. Mikäli taloja rakennetaan paljon pienelle tontille, myös katoille tulee rakentaa viherää. Viherkerrointyökalun tulokortti tulee liittää rakennuslupahakemukseen, jos viherkertoimen käyttöä vaaditaan asemakaavoituksessa. [25]

Viherkattorakentamista, rakenneratkaisuja, ylläpitoa ja ratkaisujen taloudellisuutta kehitetään kokeilujen ja koerakentamisen kautta. [23] Helsingin kaupungille rakennettavalle Kaupunkiympäristötalon vesikatolle tehdään maksaruohomattojen koealue, jossa tutkitaan, miten maksaruohot menestyvät eri paksuisilla kasvualustoilla. Koealueelle valitaan neljä erilaista maksaruohotuotetta ja kukin tuote asennetaan eri paksuiselle kasvualustalle. Joidenkin tuotteiden kohdalla kasvualustaa ei käytetä ollenkaan, vaan tuote laitetaan suoraan salaojakerroksen päälle. Koealue on laajuudeltaan noin 600 m².



Kuva 3. Maksaruohomattojen koealuetta rakennetaan. (Kuva: Gazmend Dibrani)

5 Viherkerroksen asennuksessa huomioitavia asioita

5.1 Rakenteen toiminta on ymmärrettävä

On ymmärrettävää, että rakentamisessa halutaan välttää tarpeettomia kuluja. Viherkattojen toiminta on kuitenkin ymmärrettävä, jotta vältetään sellaisilta kustannussäästöiltä, jotka vahingoittavat sitä. Esimerkiksi pääurakoitsija, joka ei tiedä kasvualustalta vaadituista ominaisuuksista, saattaa luulla, että kasvualustan paksuuden vähentäminen on hyvä tapa säästää rahaa. Tai viherurakoitsija, joka ei ole perehtynyt viherkattorakentamiseen voi muuttaa kasviluetteloja ilman, että ymmärtää mitä ominaisuuksia kasveilta vaaditaan kattoympäristössä.

Monissa suurissa ja monimutkaisissa rakennushankkeissa vihertyöt, jotka tehdään usein viimeiseksi, joskus useiden kustannusleikkausten jälkeen ja joita pidetään toiminnallisesti puhtaasti esteettisenä, kärsii hyvin paljon kustannussäästöjen vaikutuksista. Tällaisissa tilanteissa myös suunnitelmien laatu kärsii. Samanlainen tilanne voi sattua myös viherkattorakentamisen yhteydessä, vaikka ne olisivat suunniteltu toimimaan tarkoituksenmukaisesti.

Pääurakoitsijat, jotka pyrkivät usein minimoimaan kustannukset rakentamisen aikana, eivät aina tunne viherkattojärjestelmän ominaisuuksia ja vaatimuksia, joten rakenneosat, kuten kasvualusta, saattavat tuntua kohtuuttoman kalliilta, kun työmaalla on kasa maaperää, joka odottaa nostoa vesikatolle. Mutta kaikilla projektissa (tilaaja mukaan lukien) ei ole pätevyyttä päättää, onko yhden rakenneosan korvaaminen toisella toimivaa. Ihmiset, joilla ei ole kokemusta viherkattosuunnittelusta saattavat harkita eri rakenteiden, kuten salaojakennon, eri vaihtoehtoja, ja siksi hyviä ehdokkaita viime hetken kustannussäästöihin, vaikka niillä onkin erilaiset suorituskykyominaisuudet. Hyvät suunnitelmat ja se, että kaikki asennusryhmän jäsenet ymmärtävät viherkerroksen rakenneosia viherkattojärjestelmän toimimiseksi voivat auttaa estämään sopimattomia muutoksia. Tällaisia voivat olla esimerkiksi aikaisemmin mainittu väärän kasvualustan käyttö katolla. Kustannussäästöt voivat pitkällä aikavälillä kuluttaa enemmän kuin säästää, mikäli kasvualusta ei tue kasvillisuutta. [27]

5.2 Ennakkosuunnittelun merkitys

Viherkattorakentamisen tehtäväsuunnittelu on erittäin tärkeää, etenkin jos viherkattoa rakennetaan korjausrakentamisen yhteydessä. Muun muassa logistiikkasuunnittelun merkitys korostuu entisestään verrattuna tavanomaiseen vesikattorakentamiseen tai viherrakentamiseen maan tasolla sillä kasvualustaa tuodaan työmaalle tonneittain, tämän lisäksi sitä saattaa joutua varastoimaan paikan päällä, ja vielä nostaa katolle. Kasvualusta voidaan ruiskuttaa katolle, nostaa nosturilla tai tuoda esimerkiksi hissillä.

Jotkut asiat, jotka vaikuttavat päivän selviltä, saattavat jäädä huomiotta, kunnes on liian myöhäistä. On tärkeää määrittää katon kuormitettavuus, mukaan lukien alueet, joilla on enemmän kantavuutta. Näillä alueilla voi varastoida raskaita materiaaleja, kuten suuria säkkejä tai isompia kasoja kasvualustaa rakentamisen aikana. Myös vesikaton siisteydestä on huolehdittava viherkerroksen asennuksen aikana, jotta esimerkiksi työalueet pysyvät siisteinä ilman roskia, jotka voivat vahingoittaa vedeneristettä. Työntekijöillä on oltava asianmukaiset turvavarusteet ja tämän lisäksi työturvallisuudessa on huomioitava myös putoamissuojaus kohteen luonteen mukaan. Jos työmaalla joudutaan käyttämään nosturia materiaalin siirtoon, on hyvä selvittää mitä rajoituksia saattaa olla. Erityisesti kaupunkialueiden korjaushankkeissa on selvitettävä, mitä rajoitteita ympäröivä infrastruktuuri asettaa nostolaitteiden käytölle.



Kuva 4. Kasvualustaa nostetaan vesikatolle ajoneuvonosturilla. (Kuva: Gazmend Dibrani)

On tärkeää varmistaa, että työmaalle mahtuu materiaalien toimittamiseen ja katolle nostamiseen tarvittavat nostolaitteet. Niihin voi kuulua suuret kuorma-autot materiaalien toimittamiseksi ja esimerkiksi ajoneuvonosturi niiden nostamiseksi katolle.



Kuva 5. Vesikatolla kasvualustaa siirrettiin pyöräkuormaajalla. (Kuva: Gazmend Dibrani)

Nämä asiat on huomioitava tehtäväsuunnittelussa hyvissä ajoin, jotta työtä voidaan tehostaa mahdollisimman paljon oikeiden koneiden ja laitteiden käytöllä. Useiden pienten säkkien ja suodatinkankaiden tuominen katolle hissillä on hankalaa ja tehotonta. [27; 2]

5.3 Ajallinen suunnittelu ja asennusprosessin ohjaus

Viherkattorakentamisen aikataulusuunnittelussa on erityisen tärkeää huomioida logistiikka ja eri työvaiheiden yhteensovittaminen. Aikataulussa pysyminen on usein jatkuva haasteena viherkattorakentamisessa. Kasvillisuuden optimaalisesta istutusajankohdasta voidaan myöhästyä, mikäli viivästyksiä tapahtuu. Kasvien käsittely ja varastointi työmaalla ennen istutusta pitää ottaa huomioon huolellisesti, että säästytään taimivahingoilta. [28]

Viherrakentamiselle on tyypillistä eräänlainen kausiluonteisuus, sillä se on selkeästi sidoksissa vuodenaikojen vaihteluihin. Etelä-Suomessa maan sulaminen alkaa maaliskuun puolivälin jälkeen, jolloin voidaan käynnistää viherrakentamisen työkausi. Työkausi päättyy maan routaantumiseen tavallisesti joulukuun alkuun mennessä. Vastaava ajanjakso on Pohjois-Suomessa 3-4 kuukautta lyhyempi.

Luonnollisesti, sääolojen mukaan, vuosittain työkausien alkaminen ja päättyminen vaihtelevat. Suurimmat haasteet vihertöiden jatkamiselle johtuvat maan jäätymisestä talvella. Siitä huolimatta, että työmenetelmät ja työkoneet ja välineet kehittyvät ja ainakin pienillä aloilla maan sulattaminen on mahdollista, lisääntyvän työmäärän ja energiankulutuksen vuoksi kustannusten nousu on liian korkea. [29]

Koska viherkaton suunnittelu ja asennus yhdistävät niin monia eri osapuolia ja koska uusien rakennushankkeiden yhteydessä viherkerroksen asennus tapahtuu usein myöhään, viestintä ja koordinointi projektiryhmän välillä on erityisen tärkeää. Vedeneristystä on suojattava koko asennusprosessin ajan. Jos kasvualustaa on varastoitava työmaalla ennen kuin sitä voidaan nostaa katolle, se on pidettävä puhtaana rikkakasvien siemenistä ja muista epäpuhtauksista.

On epätavallista, että kasvit ovat osa rakennusprosessia, joten niiden toimittamiseen, varastointiin ja asennukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kattoympäristöön tarkoitettujen kasvien määrittämiseen myös eri tavalla kuin yleisesti viherrakentamisessa käytetyt kasvit. Hyvässä ajoin on selvitettävä ja tutustuttava katolle tuleviin kasveihin ja niiden asettamiseen vaatimuksiin kasvillisuustöitä suorittaessa. Esimerkiksi maksaruohomattojen ajoittaminen huolellisesti niin, että ne ovat valmiina istutettavaksi niiden saapuessaan työmaalle. Maksaruohomattojen toimittaminen työmaalle on ajoitettava siten, että niiden asennus voidaan tehdä heti. Ne matot, jotka joutuvat odottamaan asennusta, tulee säilyttää ilmastavasti varjossa. Niitä voidaan suojata esimerkiksi katoksessa tai vanerilla. Säilytyksessä olevien maksaruohorullien pilaantumista nopeuttavat suora auringonpaiste, kastuminen sekä tiivis peittäminen kuumalla ilmalla. Kaikki viherkaton rakenteet, mukaan lukien kankaat, on asennettava oikein. Muuten kankaat voivat irrota muuttaen koko rakennetta. [27]



Kuva 6. Viherkattorakentamisen työkausi tammi-helmikuussa 2020. (Ilmakuva: Skanska Talonrakennus Oy)

5.4 Työmaalla on oltava asiantunteva edustaja

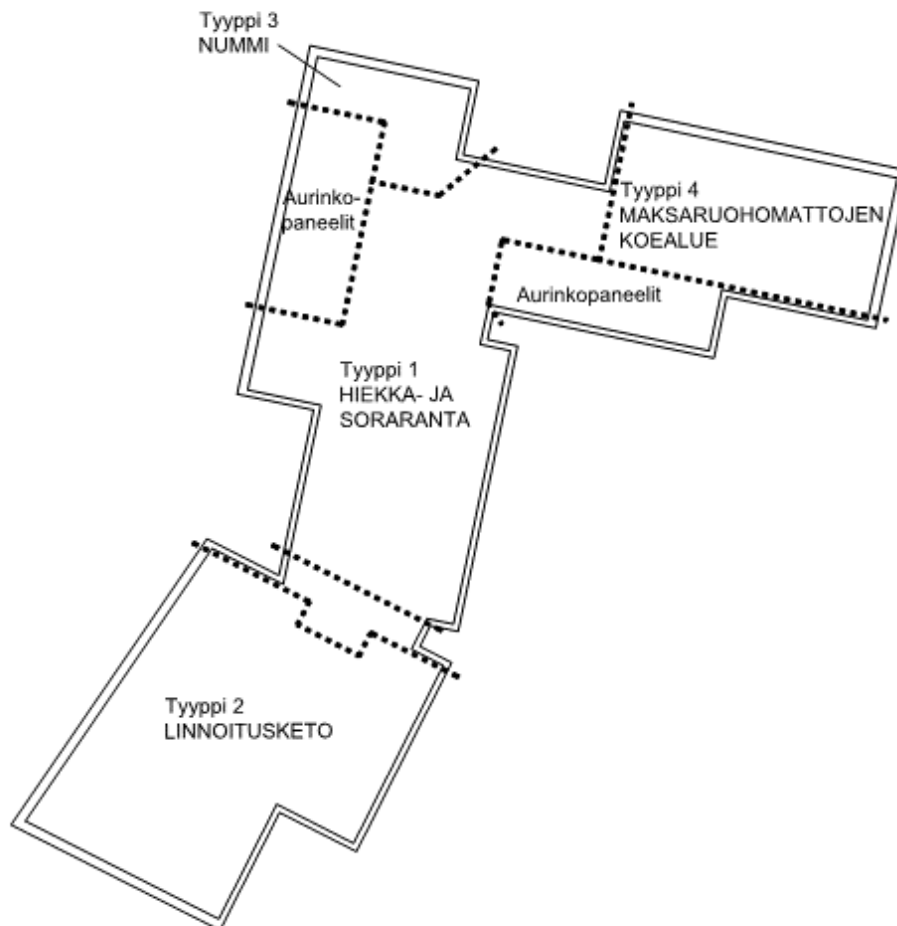
Jopa vahvinta ja yksityiskohtaisinta suunnittelua voidaan heikentää, ellei rakentamisen aikana ole laadunvalvontaa paikan päällä. Tilaajan etujen mukaista on, että joku (esimerkiksi tilaajan edustaja) on paikan päällä koko prosessin ajan. Vaikka tämä on lisäkustannus, epäonnistuminen on myös kallista, etenkin suuren projektin kohdalla.

Viherkatossa esiin tuleva vika ei välttämättä ole heti havaittava, koska kasvien menestyminen ei näy heti, esimerkiksi jos ne istutetaan huonoon kasvualustaan tai jos vedenpoisto on puutteellinen. Siihen mennessä, kun ongelman laajuus ilmenee, viherkerros on ehkä poistettava syyn tunnistamiseksi. Jopa syyn selvittämisen jälkeenkin niin myöhään projektia vastuun selvittäminen voi olla vaikeaa tai mahdotonta. Kokenut tilaajan edustaja ja jatkuva prosessin dokumentointi voi estää tällaisen katastrofin.

Riippumatta hänen nimikkeestään, tämän henkilön tulisi ymmärtää viherkattorakenteiden toiminta ja tuntea syvällisesti projektin vaatimukset. Edustajan ei tarvitse olla asiantuntija kaikissa suunnittelun osa-alueissa, mutta hänen on kyettävä arvioimaan mahdollisia ongelmia, tekemään päätöksiä ja tietämään, keneltä on haettava teknistä neuvoa tai varmistaa että rakenneosat täyttävät määritellyt tasot. [27]

6 Seurantakohteen viherkattorakentamisen prosessi

Opinnäytetyössä seurantakohteena käytetylle Kaupunkiympäristötalolle rakennetaan yhteensä noin 5000 m² viherkattoja, joka on pääosin luonnonmukainen niitty-/ketokatto. Siihen istutetaan kasveja noin 50 000 kappaletta. Niitty-/ketokatoilla kasvualustan paksuus on noin 150...200 mm ja sen kasvillisuus on luonnossa esiintyvien kuivuutta kestävien lajien muodostamaa ruoho- ja heinäkavillisuutta. Vesikatolle rakennetaan myös maksaruohokatto koalueeksi. Näiden lisäksi vesikatolle rakennetaan kaksi aurinkopaneelialuetta.



Kuva 7. Kaupunkiympäristötalon viherkatto on jaettu kasvillisuuden ja kasvien määrän mukaan erilaisiin tyypeihin.

6.1 Seurantakohteen tehtäväsuunnittelupalaveri

Uutena työnjohtajana oli hyvin tärkeää pitää tehtäväsuunnittelupalaveri, jotta urakoitsijan asiantuntemusta voitiin hyödyntää ennakkosuunnittelussa kysymällä epäselviä asioita liittyen työsuoritukseen. Tehtäväsuunnittelupalaverissa käsiteltiin työjärjestystä, aikataulua, tarvittavia resursseja ja kalustoa sekä logistiikkaa.

Tehtäväsuunnittelupalaverissa käytiin läpi ne olosuhteet, jotka tulee ottaa huomioon aikataulutuksessa. Tähän liittyy esimerkiksi salaojakennojen asennus, jonka asentamista hankaloittaa kova tuuli. Lisäksi viherkaton kylväminen tulee tehdä tuulettomalla säällä ja kasvillisuuden kylvä ja istutustyöt voidaan tehdä ainoastaan kasvukaudella. Myös kiviaineksen- ja kasvualustamateriaalin käytössä tulee ottaa olosuhteet huomioon. Tämä johtuu siitä, että niiden tulee olla sulaa, jotta levitykset, tasaukset ja tiivistykset onnistuvat. Kasvualustaa ei voi levittää rankassa sateessa tai talviolosuhteissa. Lisäksi lämpötila ei saa olla liian alhainen, jotta materiaalit eivät jäädy liian nopeasti työn aikana.

Kaupunkiympäristötalon vesikaton vihertyöt oli yleisaikataulussa ajoitettu syksyyn ja kevääseen. Syksyn työt viivästyivät edeltävien työvaiheiden takia, jonka seurauksena töitä jouduttiin mahdollisuuksien mukaan jatkamaan myös talvella. Tehtäväsuunnittelupalaverissa tämä otettiin huomioon ja syksyllä tavoitteena oli vain alusrakenteiden valmistuminen.

Työryhmät koostuivat vihertyöntekijöistä ja kasvillisuustyöntekijöistä. Aikataulussa huomioitiin se, että osa työryhmistä pystyivät tekemään sekä kivitöitä että alusrakenteiden asennusta ja mullan levitystä. Aikataulusuunnittelussa oli huomioitava myös se, että nostopäivinä tarvittiin vielä erillinen työryhmä ylä- ja alamiehiksi, jotta voitiin jatkaa muita töitä. Tämän lisäksi piti huomioida myös muut työt kuten räystästyöt ja lämmöneristeiden asennus.

Vesikaton vihertöiden aikatauluttaminen ei tuottanut haasteita muulta osin kuin töiden ajoittumiseen syksyyn ja talveen. Terrassien vihertöiden aikataulutusta ei vielä tässä vaiheessa tehty koska niiden työt ajoittuivat kevääseen. Keväällä pidettiin töiden yhteensovitus ja aikataulupalaveri, josta saatiin aikaiseksi hyvin tarkka aikataulu.

Logistiikkasuunnittelu on viherkattorakentamisen avaintekijä. Logistiikkasuunnittelua helpotti merkittävästi se, että työmaan aluesuunnittelua tehostettiin ilmakuvausella. Logistiikkaa suunniteltaessa käsiteltiin muun muassa tarvittavaa kuorman purkua, nostokalustoa, pyöräkuormaajan käyttöä ja materiaalin varastointia vesikatolla sekä liittyviä kuormitusrajoituksia. Nostokaluston valinnassa käytettiin työmaalle laadittua kerroskorokuvaa. Tämän avulla päädyttiin käyttämään nostokyvyltään 95t ajoneuvonosturia vesikattotöitä varten ja kauko-ohjattua nosturia terassien töitä varten.

Palaverin lopputuloksena saatiin aikaan muistilista vesikaton vihertöiden toteutuksesta, jonka pohjalta tehtäväsuunnitelma kirjoitettiin (liite 1). Tämän lisäksi saatiin aikaiseksi aikataulupohja, jota päästiin tarkentamaan aloituspalaverin yhteydessä.

6.2 Työn turvallisuussuunnitelma

Viherkattorakentamisen työturvallisuusseikat käytiin läpi ensimmäisen kerran aloituspalaverissa. Työn turvallisuussuunnitelma laadittiin Skanska Oy:n valmiille lomakkeelle. Suunnitelmassa kuvattiin työvaiheet sekä kirjattiin työhön liittyvät vaarat ja riskit, sekä toimenpiteet riskien ja vaarojen poistamiseksi ja vähentämiseksi. Suurimmat työturvallisuusriskit Kaupunkiympäristötalon työmaalla aiheutuivat nostoista, jotka ovat iso osa viherkattorakentamista. Työmaan yleisperehdytyksen jälkeen vihertyöntekijöille järjestettiin alamieskoulutus. Muita työturvallisuusriskejä aiheuttivat muun muassa pyöräkuormaajien käyttö vesikatolla ja puukon käyttö salaojakennon leikkuussa sekä kivisahan käyttö. Työn turvallisuussuunnitelma laadittiin vesikatolle ja jokaiselle terassille erikseen, jotta alueiden erikoispiirteet tulevat huomioitua paremmin turvallisuuden kannalta.

6.3 Laatuvaatimukset

Vesikaton vihertyössä noudatetaan viherrakentamisen yleistä työselostusta VRT'17 sekä rakennustietosäätiön ohjekortteja, jotka ovat "RT 85-11203 Viherkatot ja katto- ja kansipuutarhat, periaatteet", "RT 85-11204 Viherkatot ja katto- ja kansipuutarhat, kasvillisuus ja kasvualusta" sekä "RT 85-11205, rakenteet". Vesikattojen betonikivipäälystämässä ja liuskekiveyksissä noudatetaan MaaRYL2010 lukua 312 Betonikivi- ja laatatapäälysteet ja lukua 313 Luonnonkivipäälystäminen.

Hankekohtaiset viherkattorakentamiselle asetetut laatuvaatimukset, kuten esteettiset, toiminnalliset ja materiaalivaatimukset, on esitetty maisema-arkkitehdin laatimassa työselostuksessa ja muissa hankeasiakirjoissa, kuten toteutussuunnitelmissa. Erillistä laatusuunnitelmaa ei tehdä vaan tehtäväsuunnitelman laatuosioon kirjataan auki luettelomaisesti kaikki tehtävän laatuvaatimukset, jotka käydään läpi yhdessä työryhmän kanssa.

6.4 Laadunvarmistus

Edeltävät työvaiheet

On erityisen tärkeää huolehtia vedeneristyksen laadunvarmistuksesta. Tämä toteutettiin Kaupunkiympäristötalon työmaalla siten, että otettiin vedeneristeestä, joka on tehty polyuretaanielastomeerista, vetokokeita ja vedenpainekokeita. Vetokoe suoritettiin veto-koelaitteella ja sillä tarkastettiin vedeneristeen tartunta alustaan. Sen sijaan vedenpainekokeella saatiin selvitettyä vedeneristeen vedenpitävyys. Vedenpainekokeessa tarkastettavan alueen kaivot ja muut vedenpoistumisreitit tukittiin väliaikaisesti vedeneristystä vaurioittamatta ja alueelle laskettiin vettä 100...300 mm. Vedenpaineen annettiin vaikuttaa vedeneristykseen 12 h...3 vrk, jonka aikana seurattiin alapuolisten rakenteiden mahdollista kostumista erityisesti liittymärakenteiden läheisyydessä.

Suunnitelmakatselmus

Ennen aloituspalaveria järjestettiin suunnitelmakatselmus, jossa todettiin lisäsuunnitelmatarpeet toteutusta varten. Palaveriin osallistui aluevastaava, suunnittelija, työnjohto ja aliurakoitsijan työnjohto.

Aloituspalaveri

Aloituspalaverissa käytiin läpi tehtäväsuunnitelupalaverissa käsiteltyjä asioita, kuten aikataulua, mahdollisia ongelmia ja työturvallisuusasioita. Lisäksi käytiin läpi laatuvaatimuksia karkealla tasolla, koska tässä vaiheessa toteutussuunnitelma ei ollut vielä lopullisessa muodossaan. Edellä mainittujen lisäksi aloituspalaverissa käsiteltiin myös laadunvarmistusta ja urakkarajoja.

Laadunvarmistuksesta sovittiin, että ennen kun kasvualustakerrosta levitetään, rakennuttajalle, valvojalle ja suunnittelijalle tulee varata tilaisuus suorittaa pohjatöiden tarkistus. Aloituspalaverissa myös sovittiin, että tilaaja, viherurakoitsija ja suunnittelija sopivat viikoittaisen katselmusajan, kun vesikaton vihertyöt alkavat.

Mallikatselmus

Aloituspalaverissa sovittiin mallikatselmuksesta. Ensimmäinen valmistuva osakohde toimi mallina. Mallikatselmuksessa otettiin huomioon pohjarakenteet, kasvualustan paksuus, reunojen betonilaatoitus sekä betonilankkulaattapolku syksyn töiden osalta. Mallikatselmus tehtiin Dalux Field -ohjelman tarkastusasiakirjaan. Dalux Field on ohjelma, joka mahdollistaa työvaiheen valvonnan ja laadunvarmistuksen mestan vastaanotosta aina itselle luovutukseen asti. Dalux Field -ohjelmalla voi luoda muun muassa tarkastuslistoja tai puutelistoja ja vastuuttaa merkityille henkilöille eri tehtäviä.

Todistukset

Urakoitsija toimitti Skanska Oy:lle materiaalitodistukset sekä muita todistuksia, kuten maa-aineserien ravinneanalyysit, käytettyjen taimien alkuperätodistukset, käytettyjen siementen laatutodistukset ja BREEAM-asiakirjoihin toimitettavat todistukset. Edellä mainittujen lisäksi urakoitsija toimitti viljavuusanalyysin, jonka hän sai kasvualustan valmistajalta.

Ohjauspalaverit

Ohjauspalavereita pidettiin, mikäli koettiin, että siihen oli tarvetta. Siellä käsiteltiin esille tulleita ongelmia. Ohjauspalaveriin osallistui työnjohto, työryhmä, suunnittelija ja tarvittaessa myös valvoja.

Hoitotyöt rakennusaikana

Hoitotyöt aloitettiin välittömästi kylvön ja istuttamisen jälkeen ja niitä jatketaan keskeytyksellä takuuajan loppuun asti. Rakennusaikana järjestettiin työmaa-aikainen vesipiste katolle.

6.5 Tehtävään liittyvät potentiaaliset ongelmat ja ratkaisut

Viherkattorakentamisesta tehtiin mahdollisista ongelmista ja ratkaisuista analyysi, jossa käsiteltiin ilmenneitä ongelmia ja niiden ratkaisuja. Analyysia käytiin läpi ohjauspalaverissa. Siellä myös pohdittiin keinoja, joiden avulla ennaltaehkäistään mahdollisia ongelmia. Seuraavissa kappaleissa käsitellään muutamia ongelmia ratkaisuihin, jotka tulivat esille Kaupunkiympäristötalon viherkattorakentamisen aikana.

Ensimmäinen haaste liittyi logistiikkaan ja materiaalin varastointiin katolla, joka selvitetiin olemalla rakennesuunnittelijaan yhteydessä. Haasteena oli se, kuinka paljon materiaalia voitiin varastoida katolle. Materiaalin varastoinnissa on kiinnitettävä erityistä huomiota muun muassa siihen, että maa-ainesta ei läjitetä isoihin kasoihin lähekkäin. Maaaines saa painaa asennushetkellä noin 7 kN/m^2 eli 700 kg/m^2 . Samoin 1200 kg painavia kivilaattalavoja ei saa niputtaa vierekkäin vaan jaetaan noin 3×3 metrin ruutuihin. Tämän lisäksi, jos alusmateriaali on pehmeää, tarvitaan kuormaa jakava kerros kuten vanerilevyt, joiden päällä on lankkuja.

Toinen haaste liittyi pyöräkuormaajan käyttöön vesikatolla materiaalin siirtoon ja kasvu-alustan levittämiseen. Haasteita pyöräkuormaajan käytöstä ilmeni esimerkiksi se, että sillä ei voi ajaa salojakennon päällä sekä se, että sadevesikaivot saattavat mennä rikki, mikäli pyöräkuormaajalla ajetaan niiden päältä. Mikäli pyöräkuormaajalla ajetaan salojarakenteen päällä, niin tämän kantavuus tulisi selvittää olemalla toimittajaan yhteydessä. Tiedustelun jälkeen selvisi se, että pyöräkuormaajaa voidaan ajaa vain kasvu-alustan päällä. Tämän lisäksi pyöräkuormaajalla ajo vaatii erityistä varovaisuutta, jotta sadevesikaivojen päältä ei ajeta. Sadevesikaivot merkitään harjatangoilla, joiden päällä on varokkeita.

7 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli nostaa esille viherkattorakentamisen tehtäväsuunnittelussa huomioon otettavia asioita. Työ rajoittui koskemaan ainoastaan Kaupunkiympäristötalon viherkattotyön toteutusta. Viherkattorakentamisen tehtäväsuunnittelussa huomioon otettavat asiat riippuvat kuitenkin paljon kohteen luonteesta.

Tämä insinööriyö aloitettiin kattavalla suunnitelmalla. Täten oli helpompi hahmottaa, mistä lähteä liikkeelle. Seuraavana oli vuorossa pohjamateriaalin etsintä. Tarkoituksena oli käyttää monipuolisesti sekä kirja- että internetlähteitä. Tämän lisäksi työmaan toteutus oli käynnissä insinööriyön aikana, josta oli todella paljon apua viherkattorakentamisen kokonaisuuden ymmärtämisessä.

Insinööriyössä saatiin aikaiseksi yleiskatsaus viherkattorakentamisesta ja sen toiminnasta. Viherkattorakentaminen eroaa hyvin paljon maan tasolla tehtävästä viherrakentamisesta. Työssä käytiin läpi tärkeitä asioita, joihin tulee ehdottomasti kiinnittää huomiota työmaalla. Nämä liittyvät keskeisesti muun muassa logistiikkaan. Siinä täytyy ottaa huomioon rakenteen kuormitukset ja materiaalien sijoittelusta aiheutuvat merkittävät kuormitukset viherkerroksen asennuksen yhteydessä. Edellä mainitun logistiikan lisäksi viherkattorakentamisessa tulee kiinnittää erityisesti huomiota aikataulusuunnitteluun, jotta muun muassa kasvien optimaalinen istutusajankohta ei mene ohi. Aikatauluun vaikuttaa paljon myös edeltävät työvaiheet, jotka saattavat viivästyttää viherkerroksen rakentamista.

Insinööriyötä voidaan hyödyntää viherkattojen tehtäväsuunnittelussa. Kuitenkin täytyy huomioida se, että tämä työ on laadittu ainoastaan Kaupunkiympäristötalon näkökulmasta ja jokainen projekti on erilainen. Työn tarkoituksena oli ainoastaan antaa suuntaa viherkattorakentamisessa huomioon otettavista asioista. Tavoitteena oli, että lukija saa erilaisia näkökulmia viherkattorakentamisesta ja se, että lukija havahtuu niistä asioista, jotka saattavat tuntua itsestään selviltä mutta voi jäädä helposti unhoon.

Työtä voi jatkaa monin eri osin. Niin kuin työssä todettiin, Suomessa on vähäistä kokemusta laajojen viherkattojen rakentamisesta. Tässä insinööriyössä on puhuttu yleisellä tasolla viherkattojen rakentamisesta, joten asiaan voi syventyä entistä enemmän. Työtä

voi jatkaa pidemmälle muun muassa perehtymällä markkinoilla oleviin viherkattotuotteisiin sekä niiden hinta eroihin.

Työtä tehdessäni opin paljon viherrakentamisen lisäksi viherkattorakentamiseen liittyvästä juridisesta puolesta, kuten lakivaatimuksista, asetuksista ja määräyksistä. Opin myös uusia oppimismenettelyjä sekä ajan hallinnasta, kun työ ja opiskelu tuli sovittaa yhteen. Insinööri työ niin kuin mikä tahansa projektityö on rikas oppimiskokemus.

Lähteet

- 1 Tajakka, Hanna. 2017. Viherrakentamisen yleinen työselostus VRT´17. Helsinki: Viherympäristöliitto.
- 2 Laurila S. & Jyrkänkallio-Mikkola J. & Mesimäki M. & Kallio P. & Kuoppamäki K. & Nieminen H. & Lehvävirta S. 2014. Normeja viherkatoille – perusteita sen kehittämiseen. Helsingin yliopisto. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <https://tuhat.helsinki.fi/ws/portalfiles/portal/130148139/Normeja_viherkatoille_perusteita_kehittamiseen.pdf>
- 3 Tavoitteet ja toimenpiteet viherkattojen rakentamisen edistämiseksi Helsingissä. 2016. Verkkoaineisto. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <<https://dev.hel.fi/maatokset/asia/hel-2012-013805/khs-2016-45/>>
- 4 Rakennettavien alueiden hulevedet ja kattokasvillisuus. Julkaisuaika tuntematon. Verkkoaineisto. Vantaan kaupunki. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <https://www.vantaa.fi/instancedata/prime_product_julkaisu/vantaa/embeds/vantaa/wwwstructure/124677_hulevesi_20012014_netti.pdf>
- 5 Viherkatot ja katto- ja kansipuutarhat, periaatteet. 2016. RT 85-11203. Rakennustieto Oy.
- 6 Viherkatot ja katto- ja kansipuutarhat, kasvillisuus ja kasvualusta. 2016. RT 85-11204. Rakennustieto Oy.
- 7 Veuro S. & Lehtävirta S. & Mesimäki M. 2012. Viherkattojen elinkaarianalyysi ja kestävät rakenneratkaisut. Helsingin Yliopisto. Verkkoaineisto. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/39203/Esiselvitys_viherkattojen_LCA.pdf?sequence=2>
- 8 Tampereen Kaupunki. Kohti vihreämpää Tamperetta. Julkaisuaika tuntematon. Verkkoaineisto. Ramboll. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <https://www.tampere.fi/material/attachments/uutiskeskus/tampere/u/Pn0dq6IRL/Kokemuksia_viherkatoista_TRE_20.12.2018.pdf>
- 9 Hyyppä, Anna. 2010. Diplomityö. Viherkatot Kaupunkiympäristössä. Tampereen teknillinen yliopisto.
- 10 Merisalo, Miina. 2014. Opinnäytetyö. Viherkattorakenteiden kehitys ja niiden soveltuvuus Suomen olosuhteisiin. Metropolian Ammattikorkeakoulu.
- 11 Green roofs and urban heat island effect – cities in the 21st century. Verkkoaineisto. Living roofs 2020. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <<https://living-roofs.org/urban-heat-island-effect/>>

- 12 Matikka, Eveliina. 2019. Viherkattojen kasvualustan ja kosteuden vaikutus vedenpidätyskykyyn. Helsingin yliopisto, ympäristötieteiden laitos.
- 13 The green roof organisation (GRO). Guidelines to green roofing. Verkkoaineisto. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <<https://gbr.sika.com/dms/getdocument.get/f5b25790-2aeb-3905-a09f-366356a2c714/GRO%20Guidelines.pdf>>
- 14 Mononen, Laura. 2019. Diplomityö. Viherkatot kaavoituksessa. Itä-Suomen yliopisto, oikeustieteiden laitos.
- 15 Tompuri, Vesa. 2015. Tarve insinöörille ja puutarhurille. Verkkoaineisto. Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL 2020. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <<https://rakennustaito.fi/tarve-insinoorille-ja-puutarhurille/>>
- 16 Viherkatot ja katto- ja kansipuutarhat, kantavat rakenteet. 2016. RT 85-11205. Rakennustieto Oy.
- 17 Keikkilä. Viherkaton suunnitteluohje. Julkaisuaika tuntematon. Verkkoaineisto. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <https://static-sls.smf.aws.sanomacloud.net/kodinkuvalehti.fi/s3fs-public/attachments/Viherkaton_suunnitteluohje.pdf>
- 18 Kattoliitto. Viherympäristöliitto. 2019. Katon huoltokirja – Viherkatot. Verkkoaineisto. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <https://www.vyl.fi/site/assets/files/1681/viherkatot_huoltokirja.pdf>
- 19 Kuvakaappaus Kaupunkiympäristötalon suunnitelma-asiakirjasta. Lisää Optigreen rakenneratkaisuista: <<https://www.optigreen.co.uk/system-solutions/>>
- 20 FinE laatutaimet. Verkkoaineisto. Suomalainen Taimi 2013. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <<https://www.suomalaintaimi.fi/content/fi/52/26/207/FinE%20laatutaimet.html>>
- 21 Borgström, Suvi. 2012. Viherkatot pykälissä. Itä-Suomen yliopisto. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <<https://docplayer.fi/41133405-Viherkatot-pykalissa.html>>
- 22 Pasi Kallio. 2013. Viherkattojen sääntely suomessa. Helsingin yliopisto. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <https://www.luomus.fi/sites/default/files/files/vihertek_2013_saantely_kallio.pdf>
- 23 Helsingin kaupunki. Stadin katot elävät. 2016. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <https://www.luomus.fi/sites/default/files/files/stadin_katot_elavat_helsingin_viherkattolinjaus.pdf>
- 24 Kuvakaappaus kaavamääräyksestä Kalasatamassa, Kaupunkiympäristötalon alueelta. Lisää kaavamääräyksistä: <<https://kartta.hel.fi/?setlanguage=fi>>

- 25 Helsingin viherkerroinmenetelmä – Käyttöohje. Verkkoaineisto. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <<https://www.hel.fi/static/rakvv/lomakkeet/viherkerroin-kayttoohje.pdf>>
- 26 Juuti, Petteri 2018. Ilmakuva näyttää: Helsingin katot alkavat viimein vihertää – se on hyvä uutinen, sillä ne voivat pelastaa rankkasateiden tuhoilta. Verkkoaineisto. Yleisradio Oy. Katsottu 22.4.2020. Saatavana: <<https://yle.fi/uutiset/3-10493365>>
- 27 Edmund C. Snodgrass, Linda McIntyre. 2010. The Green Roof Manual: A Professional Guide to Design, Installation, and Maintenance.
- 28 Laitinen, Hannele. 2018. Opinnäytetyö. Viherkattorakentamisen prosessin kehittäminen. Hämeen ammattikorkeakoulu.
- 29 Soini Timo. 2003. Viherrakentajan käsikirja. Helsinki: Viherympäristöliitto

Vesikaton vihertöiden tehtäväsuunnitelma

SKANSKA

Tehtäväsuunnitelma: Vesikaton vihertyöt

Työmaa ja työnumero: Kaupunkiympäristötalo

Tehtävä: Vesikaton vihertyöt

Urakkavalvoja:

Urakoitsija:

Urakoitsijan työnjohto:

Suunnitelmat ja työselostus:

- MA_351_102_001_viherkatto
- MA_351_102_002_varjoterassi
- MA_351_102_03_juhlaterassi
- MA_351_102_04_tyoterassi
- MA_351_102_05_tykyterassi
- MA_351_102_008_kasvualustat
- MA_351_102_vihertyöselostus

1. Sisältö ja urakkarajat

Alkutila:

- Vihertyötä edeltävät työvaiheet tehty (vedeneriste, lämmöneriste) sekä siihen liittyvät katselmuksset ja kokeet pidetty
- Pääurakoitsija huolehtii, että vihertyöalueelta ylimääräinen tavara on poistettu ja, että alue on siivottu
- Viherurakoitsija huolehtii, että tarvittavat työvälineet ja koneet siirretään työalueelle sekä tarkistaa, että ne ovat kunnossa
- Viherurakoitsija huolehtii, että tarvittava materiaali on työalueella
- Viherurakoitsija huolehtii tarvittavista mittauksista ja merkinnöistä, korkomerkinnot tulee Pääurakoitsijalta

Tehtävän sisältö:

- Viherkatolla, 8. krs, kaikki katon reunat, aurinkopaneelikentät ja vesikattoluukut ja -kotelot rajataan betonilaatoilla (bl2) (490*490*50mm)
- Betonilankkulaattapolun asentaminen (bl1, 600*300*80mm)
- Pohjarakenteiden asennus (suodatinkangas, salaojakerros, suojakangas)
- Mullan levitys
- Sorakatteen levitys
- Pulterikivien ja puunrunkojen asennus
- Aurinkopaneelikenttien soratäyttö
- Tarvittaessa mullan parannus- ja lannoitustoimenpiteet
- Kasvillisuuden kylvö ja istutus
- Muut työt:
 - o Lipputangon asennus
 - o Lipputangon oikaisu
 - o Tehtäväsuunnitelmaa täydennetään terassien ja ajoluiskan vihertöiden osalta

Lopputila:

- Ylimääräisen materiaalin sekä jätteiden keruu ja poiskuljetus

2. Tehtävän edellytykset

Edeltävät työt

- Polyuretaanielastomeerin käsin ruiskutus sekä vetokoe ja vedenpainekeo
- Räystäärakenteet
- Lämmöneristeiden asennus
- Sadevesikaivojen asennus

Olosuhteet

- Kova tuuli estää salaojakennojen asennusta
- Kaikki kiviaines- ja kasvualustamateriaali tulee olla sulaa, jotta levytykset, tasaukset ja tiivistykset onnistuvat
 - o Kasvualustaa ei voi levittää rankassa sateessa tai talviolosuhteissa
 - o Lämpötila ei saa olla liian alhainen, jotta materiaalit eivät jäädy liian nopeasti työn aikana
- Kasvillisuuden kylvö ja istutustyöt voidaan tehdä vain kasvukaudella
- Viherkaton kylväminen tehdään tuulettomalla säällä

Jätehuolto

- Tavoitteena 0% sekajätettä
- Jätteet lajitellaan jäteastioihin ja logistiikka urakoitsija huolehtii jätteiden tyhjennyksestä sekä tyhjät jätteastiat takaisin työpisteelle
- Syntyviä jätteitä ovat mm. pakkausjäte (muovi, puu), kangasmateriaalit, betonikivien leikkuujäte, puujäte (vanerit ja lankut)

3. Aikataulu ja työjärjestys

- Vesikaton vihertyöt alkavat yleisaikataulun mukaan viikolla 31, C-lohkolla.
- Vesikattotyöt (lämmöneristeen asennus) valmiina ko. alueella viikolla 29
- Koko urakka valmiina keväällä 2020, viikolla 21

Työjärjestys (työvaiheet 1.-9.)

1. Suojakankaan asennus
2. Salaojakennon asennus
3. Salaojakennon täyttö tiilimurskalla
4. Suodatinkankaan asennus
5. Kasvualustan levitys
6. Pulteri kivien ja puurunkojen asennus
7. Sorakatteen levitys
8. Kasvillisuustyöt
9. Kasvillisuuden hoitotyöt

Työryhmä

- Työryhmän koko: Kivityöt 2 RAM, pohjarakenteiden asennus, kasvualustan levitys ja kasvillisuustyöt 2 RAM, mutta tietyt työryhmät voivat tehdä kivitöiden lisäksi myös pohjarakenteiden asennusta sekä kasvualustan levitystä
- Keväällä kasvatetaan resursseja, kun terrassien työt alkavat

Työmenekki

- Tekijöiden ilmoittamat saavutukset:
 - o Reuna-alueiden betonilaatoitus 15 m²/tv
 - o Betonilankulaattapolku 20 m²/tv
 - o Pohjarakenteet 150-200 m²/tv
 - o Kasvualustan ja sorakatteen levitys 150-200 m²/tv
- Sääolosuhteet ja eri työvaiheiden tilanteet vaikuttavat työsaavutukseen
- Aikataulua päivitetään seurantalaverien yhteydessä

4. Laatuvaatimukset

Vesikattojen vihertyössä noudatetaan...

- Viherrakentamisen yleinen työselostus VRT'11
- RT 85-11203
- RT 85-11204
- RT 85-11205
- MaaRYL2010 luku 312 Betonikivi- ja -laattapäällysteet ja luku 313 Luonnonkivipäällystäminen

Kiveysten asennus

- Laattareunan (bl2) etäisyys seinästä voi vaihdella, etäisyys noin 30-50 mm
- Laatat (bl1 ja bl2) asennetaan vaateriin ja tarvittaessa laatan alla käytetään asennushiekkaa
- Kasvualustaa ei uloteta laattaan (bl2) asti, laatan vieressä sorareuna, joka on noin 200 mm leveä
- Laatan (bl2) reunassa soran yläpinta jätetään laatan yläpinnan alapuolelle
- Betonilaattareunat (bl2) ja betonilankkulaattapolku (bl1) laitetaan samaan tasoon asennushiekalla
- Laatat saumataan (bl1 ja bl2) pestyllä soralla 1-5mm
- Reunukset/polut asennetaan vihersuunnittelijan ohjeen mukaan

Pohjarakenteiden asennus

- Suodatinkangas: Optigreen Trickle protection mat RSV 120
- Salaojakerros: Optigreen Drainage and Storage Board Type FKD 40, täyttö tiilimurskalla 8-16 mm
- Suojakangas: Optigreen, Filter Fleece Type 105
- Maksaruohomattojen koealueella salaojakerros suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti

Kasvualustan levittäminen

- Katolle sopiva kasvualusta, jota kevennetään leca-murskalla ja parannetaan tiilimurskalla
- Kasvualustan paksuus enintään 150 mm, kumpujen kohdalla kasvualustan paksuus enintään 250 mm
- Katteena pesty sora (#1-5 mm) 30 mm paksuudelle
- Maksaruohomattojen koealueella kasvualustan paksuus vaihtelee, noudatetaan suunnittelijan ja maksaruohotuotteen valmistajan ohjeistusta

Aurinkopaneelialueen soratäyttö

- Alla salaojasora #8-16 mm, paksuus 120 mm
- Päällä pestysora #1-5mm, paksuus 30 mm

Kasvillisuustyöt

- Istutettava kasvillisuus istutussuunnitelman mukaan
- Köynnökset tuetaan istutusten yhteydessä
- Kasvillisuusmattorullat asennetaan kahden vuorokauden kuluessa niiden irrotuksesta. Työmaalla kasvillisuusmattorullat suojataan voimakkaalta auringon paisteelta. Jos kasvillisuusmattorullien asennus pitkittyy yli kahteen vuorokauteen irrotuksesta, rullat avataan ja pidetään kosteina.
- Työmaalle toimitetun kasvillisuuden kastelusta on huolehdittava jo ennen kasvillisuuden istuttamista ja sen jälkeen
- Viherkaton kylväminen tehdään tuulettomalla säällä

Valmis viherkatto

- Valmis viherkatto on suunnitelma-asiakirjojen ja erikseen laaditun viherkaton asennussuunnitelman mukainen
- Vedeneristyskerros on ehjä ja tiivis
- Salaojitus toimii suunnitellusti ja tukkeutumatta
- Kattokaivot ja läpiviennit sijaitsevat suunnitelma-asiakirjan mukaisilla paikoilla
- Läpiviennit ovat ehjät ja tiiviit
- Valmis kasvialusta täyttää suunnitelma-asiakirjojen mukaiset vaatimukset

5. Laadunvarmistus

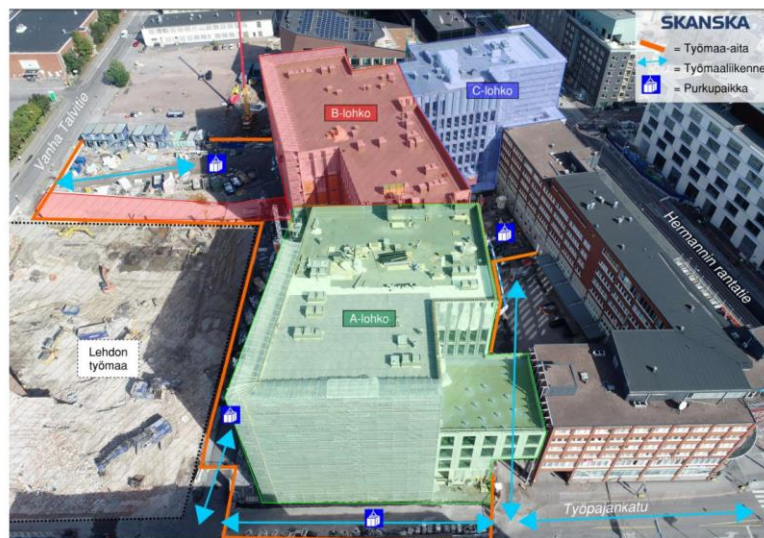
- Aloituspalaveri
 - o läsnä työjohto ja työryhmä
 - o läpikäytävät asiat:
 - aikataulu
 - urakkarajat
 - laatuvaatimukset
 - mahdolliset ongelmat
 - työturvallisuusasiat
 - laadunvarmistus
- Ennen kasvualustakerrosten levitystä on rakennuttajalle, valvojalle ja suunnittelijalle varattava tilaisuus suorittaa pohjatöiden tarkistus
 - o Tilaaja, viherurakoitsija ja suunnittelija sopii viikoittaisen katselmusajan, kun vesikatton vihertyöt alkavat
- Mallikatselmus:
 - o Ensimmäinen valmistuva mesta eri vaiheissa: pohjarakenteet, kasvualusta, Betonilankkulaattapolku, reuna-alueiden betonilaatoitus
- Tarkastusasiakirja (Dalux-ohjelmaan tehdään tarkastuspöytäkirja)
- Ohjauspäälliköt:
 - o Pidetään tarvittaessa ja käsitellään esille tulleita ongelmia
 - o Läsnä työjohto, työryhmä, suunnittelija ja valvoja
- Materiaalitodistukset
 - o Työjohto huolehtii
- Toimitettavat todistukset:
 - o Maa-aineserien ravinneanalyysit
 - o Käytettyjen taimien alkuperätodistukset
 - o Käytettyjen siementen laatuodistukset
 - o BREEAM-asiakirjoihin toimitettavat todistukset
 - o Viljavuusanalyysi (kasvualustan valmistajalta, urakoitsija toimittaa)

6. Tehtävään liittyvät ongelmat ja ratkaisut

Toiminnalliset ongelmat	Syy	Ratkaisu
Katon kuormitettavuus	Materiaalin varastointi vesikatolla	Katso Kappale 7. logistiikka
Työjärjestys	Edellinen työvaihe ei ole valmis	Seurataan ja päivitetään aikataulua. Valvotaan että pysytään aikataulussa.
Rakenteet eivät kestä pyöräkuormaajalla ajoa	Pyöräkuormaajan paino 2,7t	Pyöräkuormaajalla ei voida ajaa suoraan salaojarakenteen päällä. Vanerit tai kasvualue oltava kulkutiellä.
Pyöräkuormaajalla ajetaan sadevesikaivojen päältä	Kuljettaja ei näe sadevesikaivoja	Sadevesikaivot merkitään harjatangoilla, joiden päällä on varokkeita
Huonot työolosuhteet riskinä aikataululle	Osa työstä ajoittuu syksyyn ja talveen	Töiden etenemiseen pyritään vaikuttamaan lämpötilan rakentamisella
Vedeneristyksen vaurioituminen	Muita työvaiheita jäljellä, kun vedeneriste on valmis.	Kulkureittien suojaus suunnitellaan.
Kasvillisuuden vaurioituminen	Muita työvaiheita jäljellä, kun kasvillisuustyöt ovat valmiit.	Kulkureittien suojaus suunnitellaan.
Tekniset ongelmat	Syy	Ratkaisu
Läpivientien ja liitos- ja erikoiskohtien tiiviys.	Katon monimuotoisuus, huolimaton asennustyö, läpivientejä jälkikäteen.	Työvaiheiden tarkastukset. Tehdään vedenpaineokeet ennen lämmöneristystyötä.
Hankinnan ongelmat	Syy	Ratkaisu
Materiaalia ei ole ajoissa työmaalla.	Pitkät toimitusajat.	Ennakoitava hankinnat.

7. Logistiikka

- Toimitukset ajoitetaan siten, että tavarat/ maa-aines puretaan autosta ajoneuvonosturilla vesikatolle
- Vesikaton vihertyössä käytetään ensisijaisesti sisäpihaa nostoissa, varaus n. 1 vko aikaisemmin
- Urakoitsijalla käytössä vesikatolla pyöräkuormaaja, jota käytetään materiaalin siirtoon sekä kasvualustan levitykseen
- Materiaalien varastoinnissa on kiinnitettävä erityistä huomiota:
 - o 1200 kg painavia kivilaattalavoja ei saa niputtaa vierekkäin. 3 x 3m ruutujako on riittävä. Jos alusmateriaali on pehmeä, niin alle kuormaa jakava kerros, kuten vanerilevyt, joiden päällä on lankkuja.
 - o Maa-ainesta ei saa läjittää isoja kasoja lähekkäin toisiaan. Maa-aines saa painaa asennushetkellä keskimäärin noin 7 kN/m^2 eli 700 kg/m^2
- B-lohkoa voidaan käyttää materiaalin varastoinnissa, kun lämmöneristystyöt valmistuvat
- 8.krs vesikatolle tehdään tarvittaessa lämpöteltoa, jossa varastoidaan materiaalia ja estetään jäätyminen
- Työmaalle on laadittu logistiikkaohje, jota jokaisen urakoitsijan tulee noudattaa



8. Työturvallisuus

- Urakoitsija tekee yhdessä Skanskan työnjohdon kanssa työn turvallisuussuunnitelman, joka käydään läpi yhdessä työntekijöiden kanssa ennen töiden aloitusta
- Yleiset työn turvallisuussuunnittelussa huomioon otettavat asiat:
 - o Nostojen turvallisuus
 - Alamieskoulutus järjestetään työntekijöille
 - o Pyöräkuormaajalla ajo ja kuormaajan läheisyydessä työskenteleminen
 - o Ergonomia
 - Työ on fyysisesti raskasta, joten työasennot mahdollisimman ergonomisia ja apuvälineitä tulee käyttää mahdollisimman paljon
 - o Kivisahan käyttö
 - o Puukon käyttö salojakennon leikkuussa