

Vantaan ratikka



Resurssiviisauden suuntaviivat

Päiväys
Tekijät

13/05/2020
Aino Karilas, Marika Kämppi, Tero Palmu, Juha Seppälä ja Sami Soininen

Sisällysluettelo

1	Ratikan suunnittelun resurssiviisauden suuntaviivat	1
1.1	Lähtötilanne	1
1.2	Ratikan resurssiviisauden tavoitteet yleissuunnittelussa ja kaupungin resurssiviisauden tiekartta	2
1.3	Ratikan resurssiviisautta ohjaava kirjallisuus ja ohjeistus	4
2	Benchmark-kohteet kotimaasta	7
2.1	Raide-Jokerin resurssiviisaus	7
2.2	Kruunusiltojen suunnitteluohjeet	8
2.3	Tampereen ratikka ja massatalous	9
3	Resurssiviisaiden ratkaisujen soveltaminen Vantaan ratikkaan	11
3.1	Betonin käyttö Ratikassa ja sen CO ₂ -vaikutukset	11
	Raitiotien rakenteet	12
	Pohjanvahvistaminen	13
	Sillat ja taitorakenteet	13
	Betonin ja sementin hiilidioksidipäästöt	13
3.2	Strategioita sementin ja betonin hiilijalanjäljen alentamiseksi	14
3.3	Käytössä olevat hiilineutraalimmat vaihtoehdot perinteiselle betonille	17
3.4	Betonimurskeen käyttö raiderakenteissa	19
3.5	Ylijäämämassojen hallinta	21
3.6	Massakoordinointi	21
4	Urbaanin biodiversiteetin tukeminen resurssiviisailta ratkaisulla	23
5	Resurssiviisaiden ratkaisujen vaikutusten mittaaminen	25
5.1	CO ₂ – mittaamisen yhdistäminen resurssiviisaisiin ratkaisuihin	25
5.2	Sertifioinnit	26
6	Lainsäädäntö ja lupamenettelyt	28
7	Resurssiviisauden tehtävät suunnitteluttamisessa, rakennuttamisessa, hankinnoissa ja rakentamisessa	31
8	Vantaan resurssiviisas ratikka- tilaajan tahtotila	35

1 Ratikan suunnittelun resurssiviisauden suuntaviivat

1.1 Lähtötilanne

Vantaan ratikan suunniteltu yhteys tulee kulkemaan Hakunilan ja Tikkurilan kautta Helsinki-Vantaan lentoasemalle. Vantaan ratikka kulkee yleissuunnitelman mukaan pääosin olemassa olevan kaupunkirakenteen sisällä. Ratikka jakautuu kolmeen lohkoon; Länsi, Itä ja Tikkurila. Radan kustannusarvio on noin 393 M€ käsittäen ratikan toteuttamisen vaatiman katualueiden uudelleenrakentamisen.

Ratikan suunnittelu jatkuu yleissuunnitelman pohjalta katu- ja rakennussuunnittelulla. Tavoitteena on laadukas ratikka, jonka osana ovat resurssiviisaat ratkaisut. Jatkosuunnittelussa tulee vielä tehtäväksi myös asemakaavasuunnittelua.

Hankkeen investointipäätös tulee ajankohtaiseksi todennäköisesti vuonna 2023 ja rakentaminen voisi alkaa vuonna 2024. Silloin ratikka liikennöisi aikaisintaan vuonna 2028. Vantaa varautuu myös muihin raitiotieyhteyksiin.

Aiemmassa toteutusmalliselvityksessä on arvioitu erilaisia ratikan rakentamisen toteutustapoja lohkoittain ja kokonaisuuksittain. Jotta resurssiviisauden ratkaisusta saataisiin paras hyöty, on perusteluta katsoa resurssiviisauden ratkaisuja muun muassa ylijäämämassojen ja uusiomateriaalien hallintaa yhtenä kokonaisuutena.

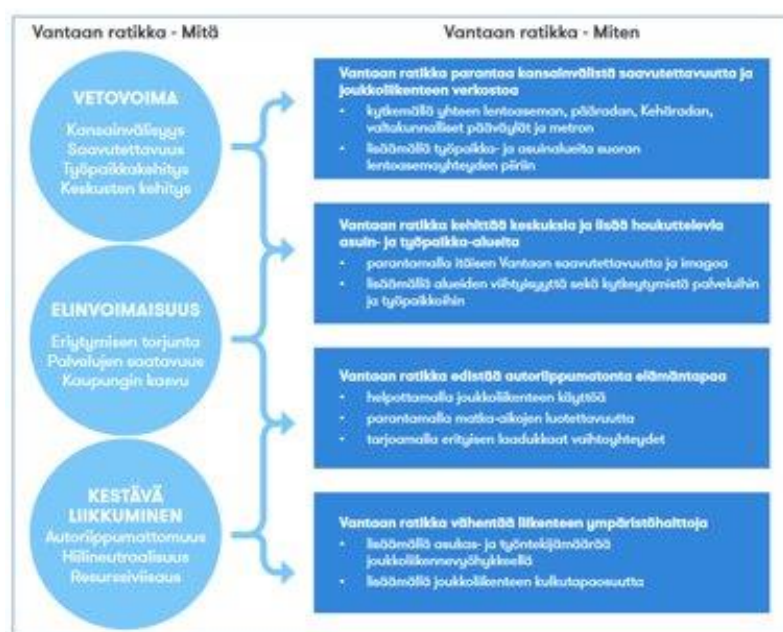
Uusiomateriaalien mahdollisuudet on nostettu esille jo ratikan yleissuunnitelmassa, mutta niitä ei ole kuvattu yksityiskohtaisemmin. Tässä työssä vastataan yleisesti kysymyksiin mitä ja miten voidaan tehdä resurssitehokasta suunnittelua. Ratikan rakentamisen ja urakoinnin (esim. koneiden käyttö) kestävien toteutustapojen arviointi on perusteltua tehdä vielä lähempänä investointipäätöstä.

Työssä keskitytään uudelleenkäytettävien materiaalien käytön mahdollisuuksiin ja ylijäämämassojen hallinnan edistämiseen ja niiden edellytysten linjaamiseen. Työn tärkeinä lähtöteinä ovat Vantaan ratikan yleissuunnitelma ja toteutumismalliselvitys sekä Rapalin CO2-laskelma.



Kuva 1 Ratikan resurssiviisauden keskeiset kysymykset

1.2 Ratikan resurssiviisauden tavoitteet yleissuunnittelussa ja kaupungin resurssiviisauden tiekartta



Kuva 2. Vantaan ratikan tavoitteet, jotka kaupunginhallitus on hyväksynyt marraskuussa 2019. (Lähde: Vantaan ratikan yleissuunnitelma)

Ratikan yleissuunnitelmassa on kestävyiden osalta kirjoitettu muun muassa:

- Rakentamisen materiaalivalintojen ja muotoilun ratkaisujen ympäristöystävällisyyteen ja ylläpidon helppouteen kiinnitetään erityistä huomiota.
- Keinoina käytetään ympäristösertifikaattien kriteeristöjä ja hiilijalanjälkilaskelmia.
- Rakentamisen aikana toimitaan mahdollisimman resurssiviisaasti hyödyntämällä esimerkiksi uusiomateriaaleja.

Kaupungin resurssiviisauden periaatteet ratikkaan liittyen kytkeytyvät pitkälle liikkumisen vaikutusten ympärille, mutta massojen hallintaan ja uusiomateriaalien käyttöön liittyen on hyvin paljon erilaisia tavoitteita.

Kaupunki edistää joukkoliikennettä vähäpäästöiseksi ja matkaketjuiltaan sujuvaksi

- Kehitetään joukkoliikennettä vahvempien runkolinjojen varaan, aloitetaan runkolinja 570 liikennöinti
- Käynnistetään pikaraitiotien suunnittelu
- Tehdään viisaan liikkumisen kokeiluja ja tuetaan markkinoitujen liikemispalveluiden markkinointitilaa erityisesti Aviapoliksen alueella
- Joukkoliikennettä kehitetään vähäpäästöiseksi mm. laajentamalla sähköbussien latausinfraa.

Edistetään joukkoliikennettä vähäpäästöiseksi ja matkaketjuiltaan sujuvaksi

- Perustetaan 1-2 uutta bussirunkolinjaa
- Rakennetaan pikaraitiotie (Raiide-Jokeri 3)
- Jatketaan joukkoliikenteen kehittämistä vähäpäästöiseksi mm. laajentamalla sähköbussien latausinfraa.

Edistetään joukkoliikennettä vähäpäästöiseksi ja matkaketjuiltaan sujuvaksi

- Otetaan pikaraitiotie käyttöön (Raiide-Jokeri 3)
- Perustetaan 1-2 uutta bussirunkolinjaa
- Vähennetään liikemistarvetta digitaalisen avun avulla, liikenteen ohjauksella ja älyväylien käyttöönotolla

Kuva 3. Ratikka mainittu resurssiviisauden linjauksissa

Vantaan resurssiviisauden tiekartassa kiteytetään: ”*Luonnonvarojen kestävä käyttö on yksi resurssiviisauden kulmakivistä. Säästävä luonnonvarojen käyttö edellyttää resurssitehokasta suunnittelua, resurssitehokasta kulutusta sekä kiertotalouden edistämistä. Parhaimmillaan resurssiviisas luonnonvarojen käyttö luo uusia taloudellisia mahdollisuuksia.*”

Yhtenä osana kaupungin resurssiviisauden tiekarttaa on kulutukseen ja materiaaleihin liittyen kestävä luonnonvarojen käyttö ja siihen liittyvät toimet massojen hallintaan. Vantaalla on jo vakiintuneet tavat ylijäämassojen hallintaan ja uusiomateriaalien käyttöön.

KULUTUS JA MATERIAALIT

Toimenpiteet 2018-2021	Toimenpiteet 2022-2025	Toimenpiteet 2026-2029	Tavoitetilä 2030
Purku- ja kierrätysmateriaalit sekä maamassat otetaan kaupungissa uusiokäyttöön - Kaavatalouslaskelmiin sisällytetään massatasapainolaskelmat - Aluekehittämishankkeissa kehitetään massakoordinaatiota - Uusiomateriaalien käyttö selvitetään merkittävissä inf-rakentamiskohteissa - Laaditaan ohjeistus ja velvoitteet kaupungin toimitilasekä pienrakentajille rakennus- ja purkujätteen lajittelusta	Vakiinnutetaan materiaaliavintojen hallinta järjestelmällisesti osaksi suunnittelu- ja toteutusprosesseja Kaikki maamassat ja purkumateriaalit jotka ovat uusiokäytettävissä otetaan käyttöön Selvitetään vedettömien käymälöiden pilottihanketta Käytetään kaavamääräyksiä, jotka tukevat kiertotaloutta, kuten rakennusten purettavuutta ja kierrätettävyyttä	Käytetään kaavamääräyksiä, jotka tukevat kiertotaloutta, kuten rakennusten purettavuutta ja kierrätettävyyttä	Kaupunki on kiertotalouden edistäjä ja toteuttaja
Kaupunki kehittää kiertotalousalueiden toimintamallia	Kaupunki voimistaa yhteistyötä yritysten ja asukkaiden sekä naapurikuntien kanssa kiertotalousalueiden kehittämisessä Kiertotaloutta kehittämällä kannustetaan yrityksiä ja lisätään työllisyyttä Helpotetaan käyttökelpoisen tavaran kierrätystä ja tuetaan pienyrityksiä	Edistetään teollisia symbiooseja yhteistyössä HSY:n kanssa	
Kaupungin toimintaa kehitetään resurssitehokkaaksi - Kaupungin tilojen kalustuksessa lisätään kierrätettyjen kalusteiden käyttöä ja kehitetään kaupungin sisäistä kierrätyspalvelua edelleen - Selvitetään jätetuon ja kaupungin oman toiminnan kiertotalouden kehittämistarpeet	Kaupungin toimintaa kehitetään resurssitehokkaaksi - Kierrätettyjen kalusteiden käyttö vakiinnutetaan - Kehitetään jätetuon hallintaa kaupunkiorganisaatiossa		
Keitetään jakamistalouden välineitä ja edellytyksiä - Aviapoliksen alue keitetään jakamistalouden alustaksi - Selvitetään kaupungin ja Pääkaupunkiseudun kierrätyskeskuksen yhteistyömahdollisuudet ja valmiudet jakamistalouden kehittämiseksi - Aloitetaan sähköisen palveluverkon ja sovellusten käytön kehittäminen - Keitetään kaupungin tilojen lainauspiste- ja kierrätys-hylytoimintaa	Otetaan käyttöön jakamistalouden sähköinen palveluverkko		Jakamistalous on vakiintunut osa palveluverkkoa

Kuva 4. Massojen hallinnan toimenpiteet tulevina vuosina

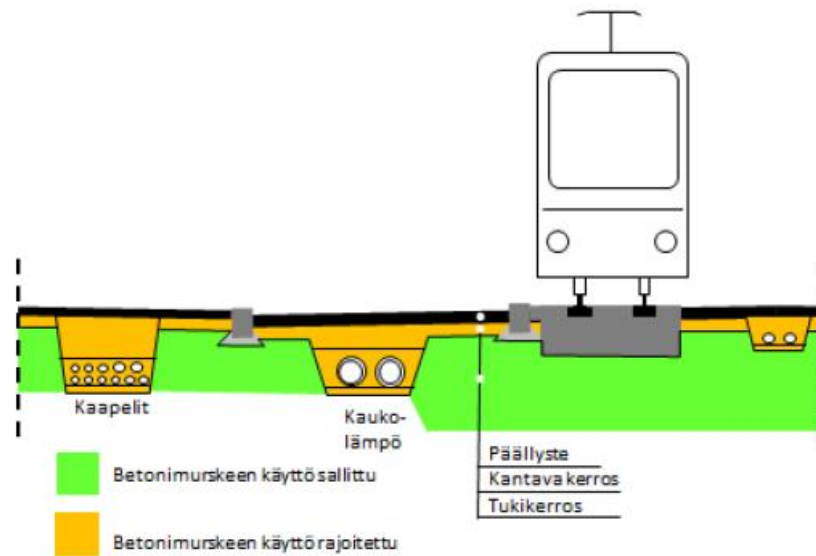
Lisäksi Vantaan kaupunginhallituksen on päättänyt myös liittyä päätöttömien työmaiden green dealiin 6.4.2020. Kaupunginjohtaja ja ympäristöministeri allekirjoittavat sopimuksen todennäköisesti kesäkuussa 2020.

"Päästöttömät työmaat green dealin tavoitteena on vähentää erilaisilla työmailla syntyviä hiilidioksidipäästöjä ja terveydelle haitallisia päästöjä julkisten hankintojen avulla. Green dealin allekirjoittaneet kaupungit luovat etenemispolut eli konseptin päästöttömiin työmaihin, lisäävät vähäpäästöisten työkalujen osuutta omassa kalustossa ja urakoissa, ottavat käyttöön uusia toimintamalleja ja työkaluja niin työmailla kuin hankintaprosesseissa sekä keskittyvät organisaatioiden ja urakoitsijoiden osaamisen kehittämiseen."

1.3 Ratikan resurssiviisautta ohjaava kirjallisuus ja ohjeistus

Pääkaupunkiseudun ohjeet betonimurskeen käytöstä (2019)

Ohjeissa on kirjoitettu muun muassa, että betonimurskeen käyttö raitiotierakenteissa on teknisesti mahdollista. Käytön periaatteita on esitetty erikseen, mutta käytöstä on sovittava tilaajan kanssa erikseen. Käyttö raitiotierakenteissa on teknisesti mahdollista. Betonimurskeen käyttöä raitiolinjan rakentamisessa on käsitelty laajemmin Lindenin diplomityössä vuodelta 2018.



Kuva 3. Betonimurskeen käytön periaatteet kaapeleiden, kaukolämpöputkien ja kiintoraiteisen raitiotien kohdalla. Betonimurskeen käyttöä raitiolinjan rakentamisessa on käsitelty laajemmin diplomityössä (Linden 2018).

Kuva 5. Kuvatahtio PKS-ohjeesta liittyen raitiotierakenteisiin.

HSY:n ohjeistus Betonimurske. Käyttöohje suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. Putki-kaivantojen täytöt, 2014

Ohje käsittää betonimurskeen käytön suuntaviivat vesihuoltoverkoston näkökulmasta. Betonimursketta on teknisesti mahdollista käyttää alus- ja päällysrakenteen kerroksissa pengertäytteestä kantavaan kerrokseen tietyin rajoituksin.

HSY:n verkoston kohteissa betonimursketta ei käytetä:

- putkien asennusaloissa tai alkutäytöissä
- I tai II -luokan pohjavesialueilla
- vapaan pohjavedenpinnan tai orsivesipinnan alaisissa rakenteissa ja

Betonimurskeen hyödyntäjä tai hänen valtuuttamansa muu taho tekee ilmoituksen hyödyntämisestä alueelliselle elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle ympäristönsuojelun tietojärjestelmään merkitsemistä (VAHTI) varten. Kadunpitäjä pääsääntöisesti vastaa ilmoituksen tekemisestä ja tarvittaessa materiaalitoimittaja konsultoi ilmoituksen tekemisessä.

UUMA-käsikirjasto uusiomateriaalien käyttöön.

Osoitteesta www.uuma.fi on saatavilla uusiomateriaalien käyttöön laadittu käsikirjasto. Se on laadittu laajassa yhteistyössä alan toimijoiden kesken. Käsikirjasto on laadittu 2013-2017 UUMA2-hankkeessa ja sitä kehitetään ja täydennetään UUMA3-hankkeessa.

Kohdekorteissa tai ohjeistuksessa ei ole varsinaisia raiderakentamisen ohjeistuksia saatavilla.

Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa (2020)

Väylän uusin ohje uusiomateriaalien hyödyntämiseen on sovellettavissa myös kaupunkiympäristöön. Uusiomateriaalien käyttö väylärakentamisessa -ohjetta noudatetaan käytettäessä uusiomateriaaleja maanteiden ja rautateiden rakentamisessa ja parantamisessa tai kunnossapidossa. Rautatiehankkeilla uusiomateriaaleja voidaan helpoiten käyttää hankkeen yhteydessä toteutettavilla teillä, kaduilla, huoltoteillä ja meluvalleissa.

2 Benchmark-kohteet kotimaasta

Työssä benchmarkataan Raide-Jokerin, Tampereen raitiotien kokemuksia ja Kruunusiltaojen kehitysvaiheen suuntaviivoja muun muassa ylijäämämassojen hallinnasta ja uusiomateriaalien käytön mahdollisuuksista.

2.1 Raide-Jokerin resurssiviisaus

Betonimurskeen käyttäminen Raide-Jokerissa

Lähde: keskustelut Noora Salonen, Sitowise/Raide-Jokeri-allianssi ja Kyösti Ratia, YIT/Raide-Jokeri-allianssi

Raidejokerissa kehitysvaiheessa on arvioitu betonimurskeen käyttämiselle iso säästöpotentiaali, joka on huomioitu tavoitekuustannuksessa. Suunnitteluohjeissa on linjattu, että betonimursketta voidaan käyttää tukikerroksessa, jakavassa kerroksessa ja pengertäytöissä. Kantavaan kerrokseen ei sallita betonimursketta, koska kantavan kerroksen laatuvaatimukset ovat korkeat ja tilavuus pieni, joten laadun alittumisen riski on liian suuri saavutettavissa olevana hyötynä nähen.

Betonimurskeen käyttö hankkeessa on kuitenkin ollut huomattavasti ennakoitua pienempää. Syinä tähän ovat olleet mm. seuraavat tekijät:

- Hankkeelta (purettavat sillat ym.) tai sen lähiympäristöstä saatavan betonimurskeen määrää ei ollut kartoitettu riittävästi etukäteen
- Riittävän hyvälaatuisten betonimurskeen saatavuus markkinoilta on ollut vaihtelevaa ja hinta ajoittain korkea
- Pohjaveden pinta on toteutusalueella ollut korkealla ja betonimursketta on voitu sijoittaa vain > 1 m pv-pinnan yläpuolelle (ympäristöluvan ehto)
- HSY:n kanta betonimurskeen käyttämiselle rakenteissa on ollut kriittinen, koska on epäilty, että kovettunut betonimurske on ongelma myöhemmin rakenteita auki kaivettaessa. Lisäksi on ollut huolena mahdollinen haitallisten aineiden liukeneminen ja päätyminen vesihuollon putkistoihin
- Tilaaja (Espoon ja Helsingin kaupungit) ei ole halunnut lähteä tekemään kokeilurakenteita tässä hankkeessa
- Betonimurskeen käytön tarvetta on osaltaan vähentänyt se, että hankkeen massatalous on muuten saatu pyörimään hyvin tehokkaasti (ks. kohta Massojen hallinta Raide-Jokerissa).

Pintamaiden käyttö Raide-Jokerin kasvualustoissa

Raide-Jokerissa pintamaiden suhteen toimitaan kasvualustoissa siten, että Raide-Jokerissa vie Staran käsittelyalueelle Kivikkoon kelvollista pintamaata ja saa vaihdossa toisesta aumasta niittyjen, ketojen ja metsitysten tekoon soveltuvaa, pintamaata (+ kompostista ym) valmistettua kasvualustaa. Omia pintamaita voidaan hyödyntää vain muutamassa kohteessa, koska tilaa ja lupia aumaukseen ja käsittelyyn ei työmailla juuri ole.

Paikalla hyödynnettäviksi pintamaiksi on suunniteltu lähinnä metsityksiä ja metsäisten jaksujen luiskia, mutta toteutuminen on vielä epävarmaa (ks. edellinen).

Hankinnassa on suosittu sellaisia tuotteistettuja kasvualustoja, joissa raakaturvetta on mahdollisimman vähän.

Massojen hallinta Raide-Jokerissa

Massakoordinointi

Raide-Jokerin viiden eri lohkon välillä massojen hallintaa varten tehtiin alustava suunnitelma. Reitin varrella liikuteltavat massamäärät ja niiden laadut on arvioitu. Massakoordinaattori päivittää hankkeen edetessä massatalouden tilannekuvaa ja huolehtii, että urakoitsijoilla on aina käytössään tarvittavat tiedot massoista. Massakoordinaattori osallistuu tarvittaessa eri lohkojen palaveriin ja edesauttaa näin lohkojen välistä tiedonkulkua. Massakoordinaattori seuraa kaikkien lohkojen massatalouden tilannekuvaa ja kartoittaa parhaita vaihtoehtoja massojen hyötykäyttökohteiksi. Tavoitteena on, että massoja tarvitsevat kohteet ja olemassa olevat hyötykäytettävät maamassat kohtaavat niin, että samalla kuljetusten määrä minimoidaan.

Ilmoituspalvelualusta

Sähköisen ilmoituspalvelualustan avulla saadaan koottaa kaikki Raide-Jokeri työmaalla tarjolla olevat massat ja tarvittavat massat samaan rekisteriin. Tämä mahdollistaa helpon tavan ohjata massoja työmaan sisällä hyötykäyttöön. Jos hyötykäyttömahdollisuutta ei löydy Raide-Jokerin sisältä, niin ilmoituspalvelualustan tietojen avulla massoille voi kartoittaa hyötykäyttömahdollisuuksia myös hankkeen ulkopuolelta.

Viikoittaiset raportit

Ajankohtaiset tiedot massojen hyötykäyttömahdollisuuksista esitetään viikoittaisissa raporteissa. Samalla alkuperäisen hyötykäyttösuunnitelman mukaiset toimenpiteet voidaan kerrata viikoittain.

Urbaanin biodiversiteetin tukeminen Raide-Jokerissa

Kasvillisuuden osalta Raide-Jokerissa on pyritty säilyttämään olemassa olevia puita ja myös pintamaita aina silloin, kun mahdollista. Uutta perustettavaa puustoa itse raidealueelle mahtuu melko vähän (koska ollaan suurella osalla matkaa olemassa olevilla kaduilla), mutta on pyritty kuitenkin saamaan mahdollisimman runsas puusto. Kaupunkikuvallisesti soveltuvilla alueilla, kuten Pirkkola ja reitin itä- ja länsipää, on käytetty paljon hoidoltaan resurssiviisaita niitty- ja ketoratkaisuja raitiotien yhteydessä. Raide-Jokeriin liittyvien Käskynhaltijantien aukioiden istutuksiin on suunniteltu ns. dynaamista kasvillisuutta, eli monilajisia, kerroksellisia sekaistutuksia.

2.2 Kruunusilltojen suunnitteluohjeet

Lähde: Kruunusillat-hankkeen suunnitelma aineisto ja keskustelu Anni Suomalainen, Sitowise / Kruunusillat-allianssi

Helsingissä sijaitsevasta Kruunusillat-raitiotiestä on valmistunut hankesuunnitelma vuonna 2016 ja ratasuunnitelma 2018. Raitiotietä toteuttaa Kruunusillat-allianssi, jossa kehitysvaihe

on aloitettu 2019 lopussa. Tällä hetkellä rakennussuunnittelu on käynnistymässä.

Resurssitehokkuuden liittyviä asioita on käsitelty em. suunnitteluvaiheissa ja asiaan liittyen on laadittu mm. Kruunusillat, kokonaiskestävyys-raportti vuonna 2016. Hankesuunnitelman valmistumisen jälkeen on jatkosuunnittelua varten laadittu Kruunusillat, suunnitteluohje, jonka viimeisin revisio on 21.8.2019. Raitiotietä toteuttava allianssi laatii suunnitteluperusteet rakennussuunnittelua varten. Suunnitteluperusteet valmistuvat toukokuun 2020 lopussa, joten tämän raportin laatimishetkellä niistä ei ollut käytettävissä riittävää tietoa.

Kruunusillat-hankkeen viimeisimmässä suunnitteluohjeessa on linjattu seuraavaa (Kruunusillat, suunnitteluohje, 21.8.2019, Sitowise Oy):

Kestävyys ja resurssitehokkuus liittyvät ennen kaikkea pitkäikäisiin suunnitteluratkaisuihin, rakennusmateriaalien valintaan sekä maa- ja kiviaineisten kulutukseen. Rakennusmateriaalien valinnassa tulee mahdollisuuksien mukaan suosia kestäviä, helposti huollettavia ja korjattavia sekä pitkäikäisiä materiaaleja, joiden koko elinkaaren aikaiset ympäristövaikutukset ovat mahdollisimman vähäiset. Suunnittelussa ja materiaalien valinnassa tulee myös selvittää mahdollisuudet pienentää:

- *materiaalien kokonaiskulutusta*
- *käyttää kierrätysmateriaaleja*
- *vähentää rakentamisessa syntyvää jätettä, sekä*
- *purkaa, uudelleen käyttää tai kierrättää materiaalit hankkeen elinkaaren päätyttyä.*

2.3 Tampereen ratikka ja massatalous

Lähde: keskustelu Mika Arvonen, YIT/Tampereen raitiotieallianssi

Tampereen raitiotien rakentamisessa massatalouden hallinta on onnistunut hyvin ja massojen suhteen on oltu toistaiseksi lähes omavaraisia. Kaikki hankkeelta syntyvä käyttökelpoinen luonnonmateriaali on pystytty käyttämään hyödyksi hankkeella.

Erityisesti purettavista betonirakenteista syntyvän betonijätteen uusiokäyttö on ollut tehokasta ja kaikki hankkeelta tullut betonijäte on voitu hyödyntää täysimääräisesti. Purettavia rakenteita ovat olleet mm. vanhat perustukset, kaivot ja yksi silta. Niistä syntynyt betonijäte, yhteensä n. 15.000 tonnia, on kaikki voitu käyttää hankkeella uudestaan. Tämä on edellyttänyt sujuvaa yhteistyötä allianssin, Tampereen kaupungin ja lupaviranomaisena toimivan Pirkanmaan ELY-keskuksen välillä.

Betonijätteen käyttöä ei oltu huomioitu hankkeen suunnittelussa eikä allianssin kehitysvaiheessa, vaan tämä innovaatio syntyi urakoitsijan aloitteesta rakentamisvaiheen alussa. Edellytyksenä asian nopealle toteutumiselle oli, että Tampereen kaupungilla oli jo valmiina tarkoitukseen sopiva alue, jolle se oli aiemmin hakenut luvan betonijätteen varastointiin ja käsitteilyyn. Kyseinen alue Hiedanranta on entinen teollisuusalue, jonka käyttötarkoituksen muuttaminen on vireillä Tampereen kaupungin toimesta. Alue sijaitsee 5-10 km etäisyydellä raitiotien työmaista. Raitiotiehankeelle syntynyt betonijäte kuljetettiin Hiedanrantaan, jossa se pulveroitiin, murskattiin ja varastoitui myöhempää uusiokäyttöä varten. Ilman valmiiksi hankittua aluetta ja lupia ei betonijätteen täysimääräinen hyödyntäminen olisi ollut mahdollista.

Betonimursketta on käytetty radan ja kevyen liikenteen väylien penkereisiin. Katujen rakenteisiin sitä ei ole käytetty, koska niissä sijaitsee kunnallistekniikkaa, ja betonimurske saattaa kovettuessaan vaikeuttaa myöhemmin tapahtuvaa rakenteiden auki kaivua (vrt. Raide-Jokerin kokemukset). Käyttökohteita on ollut 5 kpl ja niihin on kohteittain haettu lupa ELY-keskukselta. Lupaehtoina on ollut mm. että pengerkorkeus pitää olla alle 1,5 m. Betonijätteen ja siitä tehtävän murskeen varastointi, kuljetus ja työstäminen ovat työmaalla sujuneet hyvin eikä pölyym. Haittoja ole ollut enempää kuin mursketta käytettäessä.

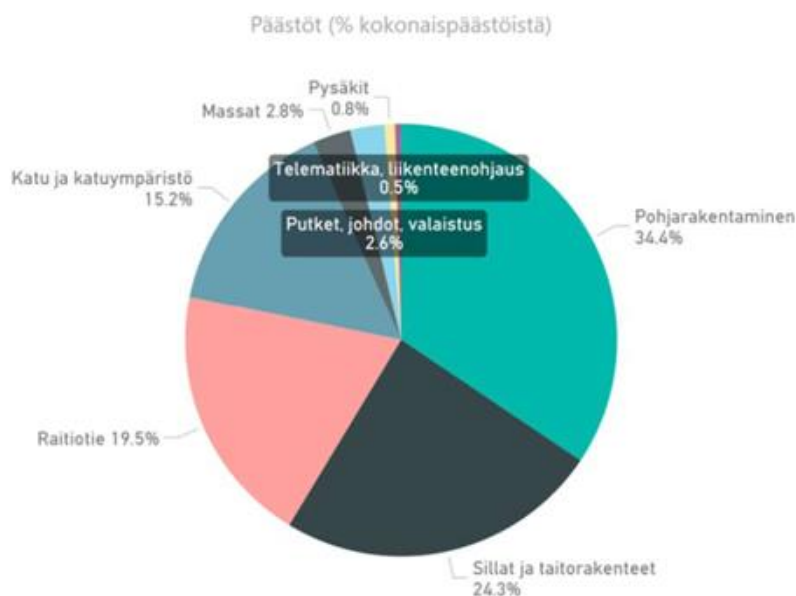
3 Resurssiviisaiden ratkaisujen soveltaminen Vantaan ratikkaan

3.1 Betonin käyttö Ratikassa ja sen CO₂-vaikutukset

Vantaa on sitoutunut tavoittelemaan hiilineutraaliteettia ja ratikkahankkeen CO₂-laskennassa on arvioitu, että hankkeen materiaalipäästöistä valtaosan muodostaa betoni. Samoin pohjarakentamisen osuus on merkittävä. Laskelmassa ei ole arvioitu kierrätysmateriaalien käyttöä.

Rapalin CO₂-laskennan perusteella suurimmat päästölähteet ovat seuraavat:

- Pohjarakentaminen 34,4 %
- Sillat ja taitorakenteet 24,3 %
- Raitiotie 19,5 %



Kuva 6. Hankeosaryhmien kokonaispäästöt prosenttiosuuksittain kokonaispäästöistä.

Betonin valmistuksessa huomioivat asiat

Betonin käyttö raitiotien rakentamisessa on välttämätöntä. Betonia ja sementtiä joudutaan käyttämään varsinaisen raitiotien rakenteissa, osassa pohjanvahvistuksista sekä silloissa ja taitorakenteissa.

Betonin valmistuksessa voidaan vähentää CO₂-päästöjä. Esimerkiksi Rudus valmistaa ns. Vihreää betonia, jonka CO₂-päästöt ovat 20-50% tavanomaista betonia pienemmät. Vihreän betonin tyypillisiä käyttökohteita ovat tavalliset perustukset ja sisätiloissa olevat rakenteet. Vaa-
ativissa, ulkona olevissa, ja erityisesti voimakkaasti suola-pakkasrasitetuissa rakenteissa kuten silloissa vihreitä betoneita ei voida täysimääräisesti hyödyntää (lähde: www.rudus.fi).

Vihreän betonin ja vastaavien tuotteiden käyttömahdollisuudet raitiotien rakentamisessa edellyttävät tarkempaa selvitystä. Selvityksessä on otettava huomioon betonin päästöjen

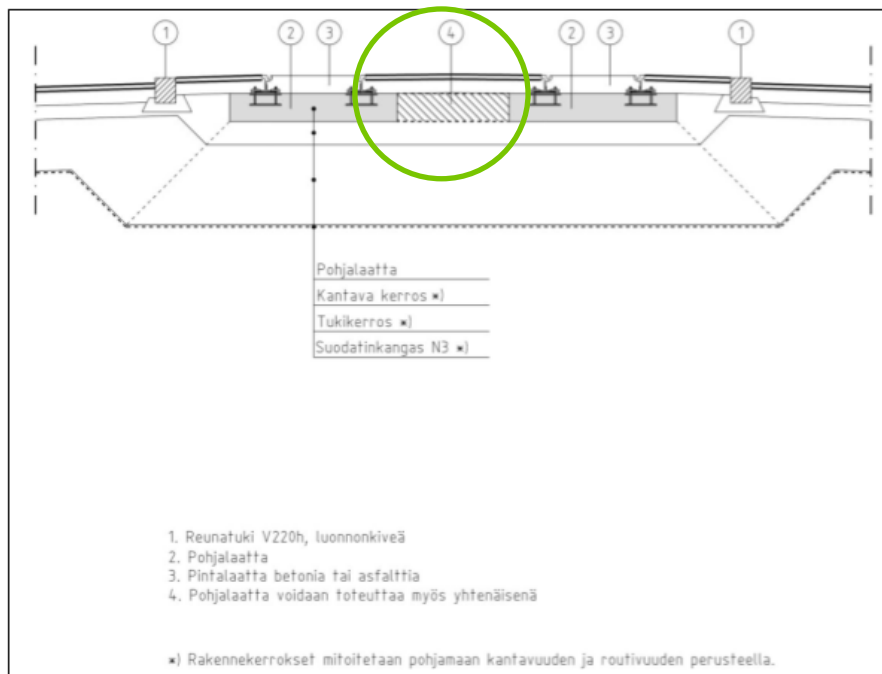
lisäksi muun muassa tekniset ominaisuuksien soveltuvuus ko. käyttökohteeseen ja taloudelliset vaikutukset (hankinta- ja ylläpitokustannukset).

Raitiotien rakenteet

Raitiotien rakenteena käytetään yleisesti kahta perustyyppiä

- 1) Kiintoraide, jossa ratakiskot on upotettu betoniseen pohjalaattaan, jonka alla ovat yleensä murskeesta tehty kantava kerros ja tukikerros / jakava kerros (ks. Kuva alla).
- 2) Tukikerroksellinen raide, jossa ratakiskot on kiinnitetty ratapölkkyihin, joiden alla on yleensä murskeesta tehty rakennekerrokset.

Vantaan ratikan yleissuunnitelmassa suunnitteluperusteeksi on määritetty kiintoraide.



Kuva 7.3. Korotetun raitiotien poikkileikkaus (HKL, 2016).

Raitiotien rakenteiden osalta päästöjen määrään voidaan vaikuttaa mm. raitiotien rakenneratkaisun valinnalla

- Kiintoraiteellisessa ratkaisussa betonin määrä on suurempi, koska pohjalaatta tehdään betonista
- Tukikerroksellisessa ratkaisussa betonia on ainoastaan ratapölkkyissä.

Kiintoraiteellisessa ratkaisussa betonin määrään voidaan vaikuttaa mm. toteuttamalla pohjalaatan keskiosa betonin sijaan muulla materiaalilla ja toteuttamalla pintalaatta betonin sijaan asfalttina, luonnonkiveyksenä, nurmipintaisena ja/tai nurmikiveyksenä.

Tukikerroksellisessa ratkaisussa betonia ei tarvitse käyttää laattarakenteisiin, mutta sen sijaan betonin käyttäminen ratapölkkyissä on välttämätöntä, koska käyttökelpoista korvaavaa materiaalia ei ole (Diplomityö, Linden 2018).

Pohjanvahvistaminen

Vantaan ratikan yleissuunnitelmassa on esitetty pohjanvahvistustapoina ainakin paalulaatat (oletettavasti teräsbetonipaalut), pilaristabilointi (oletettavasti kalkki-sementtistabilointi) ja massanvaihto. Pohjanvahvistusten osalta päästöjen vähentämistä voidaan tehdä minimoimalla kokonaismäärä ja säätelemällä pohjanvahvistuksissa käytettäviä materiaaleja.

Pohjanvahvistusten kokonaismäärän minimointia voidaan toteuttaa esimerkiksi optimoimalla ratageometriaa niin, että pohjanvahvistusten tarve minimoidaan hyödyntämällä olemassa olevia pohjanvahvistuksia ja kantavia pohjamaita.

Pohjanvahvistustavan valinnassa voidaan minimoida eniten päästöjä aiheuttavien materiaalien eli betonin ja sementin käyttö. Tätä voidaan tehdä esimerkiksi korvaamalla paalulaattoja ja stabilointia massanvaihdolla tai korvaamalla paalulaattoja stabiloinnilla mahdollisuuksien mukaan. Nämä toimenpiteet edellyttävät tarkempaa suunnittelua, jotta varmistutaan teknisten vaatimusten täyttymisestä.

Massanvaihtojen aiheuttamia päästöjä voidaan vähentää toteuttamalla massanvaihdot omalta hankkeelta saatavilla massoilla ja minimoimalla niiden kuljetusmatkat sekä välivarastoinnit ja -lastaukset.

Sillat ja taitorakenteet

Siltojen ja taitorakenteiden osalta päästöjen vähentämistä voidaan tehdä samoilla keinoilla kuin pohjanvahvistuksissa eli minimoimalla kokonaismäärä ja säätelemällä materiaaleja.

Radan vaaka- ja pystygeometriaa voidaan optimoida niin, että siltojen kokonaispituus ja tukimuurien kokonaispinta-ala minimoidaan. Siltojen ja tukimuurien rakenneratkaisuissa voidaan minimoida eniten päästöjä aiheuttavan betonin käyttö esimerkiksi hyödyntämällä rakenteissa vaihtoehtoisia materiaaleja, kuten kivikorit tukimuurirakenteissa.

Betonin ja sementin hiilidioksidipäästöt

Betonin pääasialliset osa-aineet ovat valikoitu kiviaines, puhdas vesi sekä sementti ja muut sideaineet.¹ Lähes kaikki betonintuotannon päästöt (jopa 95%) johtuvat sementin ja erityisesti sementtiklinkkerin, joka on tärkein sideainekomponentti, tuotannosta.²

Klinkkeriä tuotetaan kalkkikiven kalsinoinnilla, jossa kivi murskataan ja yhdistetään pieneen määrän savea ja muita ainesosia sekä kuumennetaan vähintään 1 450 ° C:n lämpötilaan. Hiilidioksidi syntyy kahdesta erillisestä lähteestä tässä prosessissa. Yksi on polttoaine, jota käytetään uunissa. Jokainen tonni klinkkeriä vaatii noin 3,7 GJ energiaa. Vaikka sementtiteollisuus käyttää erilaisia polttoaineita, suurin osa (54%) on kivihiiltä tai petrokoksia. Nämä polttoaineet

¹ Betoni.com, 2015. Mitä betoni on? https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/08/BET1502_38-43.pdf

² Material Economics, 2019. Industrial Transformation 2050 – Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry. <https://materialeconomics.com/publications/industrial-transformation-2050>

soveltuvat erittäin korkeisiin lämpötiloihin, jotka ovat vähintään 1 400 ° C ja joita tarvitaan kalsinointiin, mutta niillä on myös korkea päästöintensiteetti.³

Toinen lähde on prosessipäästöt. Kemiallinen kalsinointiprosessi vapauttaa itse kiven sisältämän hiilen. Tuloksena oleva CO₂ on kaikkea muuta kuin pelkistämätöntä. Siksi klinkkerituotanto johtaa väistämättä 0,54 tonniin CO₂:ta jokaista klinkkeritonnia kohti. Nämä päästöt ovat vaikeimpia käsitellä. Niitä ei voida välttää paitsi vähentämällä tuotantoa tai vaihtamalla raaka-aineita. Mikäli näitä päästöjä ei haluta päästää ilmakehään, on ne taltioitava valmistusprosessin yhteydessä.

Kaikista muista betonin tuotantovaiheista aiheutuvat päästöt ovat vähäisiä verrattuna klinkkerin valmistukseen. EU:ssa sementti koostuu 74% (keskiarvo) klinkkeristä. Muita tärkeimpiä ainesosia ovat i) täyteaineet (yleensä kalkkikivi), ii) muut materiaalit, jotka vaaditaan sementin oikean kemian ja ominaisuuksien saamiseksi, ja iii) ns. Lisäsementtimateriaalit (SCM). SCM:t pystyvät täyttämään tiettyyn pisteeseen saakka saman sideaineroolin kuin klinkkeri. SCM:en kaksi päälähdettä ovat teräsalan masuuneista peräisin oleva kuona ja kivihiilivoimaloissa tuotettu lentotuhka.⁴

3.2 Strategioita sementin ja betonin hiilijalanjäljen alentamiseksi

Tähän päivään asti lähes kaikissa sementtialan tulevaisuuden etenemissuunnitelmissa on päätelty, että osa teollisuuden päästöistä on käytännössä väistämättömiä vielä vuonna 2050. Jotkut analyysit ovat osoittaneet, että EU:ssa kaksi kolmasosaa päästöistä säilyisi vuonna 2050.⁵ Euroopan komission puhdas planeetta kaikille oli kunnianhimoisempi ja käsitteli tätä ongelmaa ensimmäistä kertaa. Suurimassa osassa sen skenaarioita oli tarkoitus vähentää päästöjä noin 60 prosenttia, mutta kaksi kunnianhimoisinta päästövähennystä saavuttivat 85 prosentin päästövähennykset.⁶ Kansainvälinen energiajärjestö (IEA) on ehdottanut maailmanlaajuisesti 24 prosenttia mahdollisena kohteena.⁷

Kuten nämä edellä mainitut analyysit osoittavat, kaikkien päästöjen poistaminen tällä alalla on haastavaa, joten on erityisen tärkeää harkita kaikkia mahdollisia ratkaisuja. Ensinnäkin tulee tarkastella sementtiä rakentamisen ja infrastruktuurin yleisen arvoketjun yhteydessä. Viimeaikaiset tutkimukset ovat tuoneet esiin runsaasti mahdollisuuksia sementin arvoketjussa: sekä

³ WBCSD Cement Sustainability Initiative, 2016. Getting the Numbers Right (GNR) Project, Emission Report 2016. <http://www.wbcscement.org/GNR-2016/index.html>.

⁴ Material Economics, 2019. Industrial Transformation 2050 – Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry. <https://materialeconomics.com/publications/industrial-transformation-2050>

⁵ CEMBUREAU, 2013. The Role of Cement in the 2050 Low Carbon Economy. <http://lowcarboneconomy.cembureau.eu/>.

⁶ European Commission, 2011. COMMISSION STAFF WORKING PAPER Impact Assessment. Energy Roadmap 2050. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/sec_2011_1565_part2.pdf.

⁷ International Energy Agency, 2017a. Energy Technology Perspectives 2017. www.iea.org/etp2017.

sementin käytössä betonin valmistuksessa että betonin käytössä rakennusten ja muun infrastruktuurin luomisessa.^{8, 9, 10, 11}

Näitä kiertotalous periaatteita arvoketjujen yhteydessä ovat muun muassa:

- Materiaalitehokkuus ja kiertotalousliiketoimintamallit:
 - Vähemmän sementtiä betonissa
 - Vähemmän betonia rakenteissa
 - Enemmän hyötyä jokaisesta rakenteesta
- Materiaalien uudelleenkäyttö ja korvaaminen:
 - Sementin hienoaineksen kierrätys
 - Klinkkerin korvaaminen muilla sementinkaltaisilla materiaaleilla
 - Korvaaminen puulla.

Toiseksi on syytä harkita (jo olemassa olevaa) lisäinnovaatioita sementin tuotannossa. CCS (CCS = Carbon capture and storage eli Hiilidioksidin talteenotto ja varastointi) on tärkeä osa vähähiilisen sementin tuotannossa, mutta aiemmat analyysit ovat osoittaneet, että lähes yleismaailmallista CCS:ää on vaikea saavuttaa, joten on harkittava useita vaihtoehtoja. Niihin sisältyy lisäsementtimateriaaleja ja vaihtoehtoisia sideaineita perinteiseen sementtiklinkkeriin, sähkön käyttöä lämmössä ja uusia lähestymistapoja hiilidioksidin talteenottoon.³

Puhdas tuotanto

Materiaalitehokkuuden, kierrätyksen ja korvaavien vaihtoehtojen täysimääräisen hyödyntämisen jälkeenkin, perinteistä sementtiklinkkerituotantoa tarvitaan edelleen vuonna 2050. Minkä tahansa betonin netto-nollakartan on siis harkittava vaihtoehtoja saavuttaa sementtiunien hiilidioksidipäästöt lähellä nollaa, samoin kuin tapoja vähentää päästöjä lähitulevaisuudessa.

Kuvassa X on esitetty yleiskuva päävaihtoehtoista ja niiden hiilidioksidipäästöjen vähentämispotentiaaleista. Jäljellä oleva energiatehokkuuspotentiaali on suhteellisen rajallinen sen jälkeen, kun EU:n yritykset ovat laajalti ottaneet käyttöön erittäin tehokkaita prosesseja. Keskeisiä tekniikoita ovat siirtyminen märkäuuneista kuivauuniteknikoihin, esilämmittimien ja esijäähdyttimien asentaminen sekä prosessihukkalämmön talteenotto. Vuoteen 2050 mennessä odotetaan, että nykyisistä sementtiuuneista voi tulla 10 % tehokkaampia kuin nykyään.

⁸ Favier, A., De Wolf, C., Scrivener, K. L. and Habert, G., 2018. A sustainable future for the European Cement and concrete industry. https://europeanclimate.org/wp-content/uploads/2018/10/AB_SP_Decarbonisation_report.pdf.

⁹ Shanks, W., Dunant, C. F., Drewniok, M. P., Lupton, R. C., Serrenho, A. and Allwood, J. M., 2019. How much cement can we do without? Lessons from cement material flows in the UK. *Resources, Conservation and Recycling*, 141. 441–54. DOI: 10.1016/j.resconrec.2018.11.002.

¹⁰ John, V. M., Damineli, B. L., Quattrone, M. and Pileggi, R. G., 2018. Fillers in cementitious materials — Experience, recent advances and future potential. *Cement and Concrete Research*, 114. 65–78. DOI: 10.1016/j.cemconres.2017.09.013.

¹¹ Scrivener, K. L., John, V. M. and Gartner, E. M., 2018. Eco-efficient cements: Potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. *Cement and Concrete Research*. DOI: 10.1016/j.cemconres.2018.03.015.

¹² Polttoaineenvaihto voi tarjota lisäpäästövähennyksiä. On tärkeää kuitenkin huomata, että vaihtoehtoisten polttoaineiden rooli muuttuu edetessä kohti vuotta 2050.

Hiilidioksidipäästöjen täydellinen eliminointi rajoittuu kahteen pääreittiin: joko hiilen täydellinen talteenotto sekä poltto- että prosessipäästöistä tai yhdistelmä lämmitykseen käytetyn energian korvaamiseksi nollahiililähteellä ja prosessipäästöjen talteenotto.



Kuva 7. Keinot sementin ja betonin hiilijalanjäljen pienentämiseksi. (Käännetty ja muokatta: Material Economics, 2019)

¹² CEMBUREAU, 2013. The Role of Cement in the 2050 Low Carbon Economy. <http://lowcarboneyconomy.cembureau.eu/>.

3.3 Käytössä olevat hiilineutraalimmat vaihtoehdot perinteiselle betonille

Sementin seostaminen

Sementin seostamisella eli sementtireseptiä muuttamalla voidaan vaikuttaa aiheutuviin hiilidioksidipäästöihin. Vaihtoehtoisten klinkkerien tärkein rajoittava rooli netto-nolla-skenaariorissa on niiden tarjoamien päästöjen vähentämisen laajuus ja raaka-aineiden rajoitettu saatavuus. Esimerkiksi beliitti klinkkeri vähentää päästöjä vain 10%, kun taas kalsiumsulfoalumiinaatista tai kalsiumsilikaattien hiilestä muodostuvilla klinkkereillä päästöt vähenevät 20–40%. Yleissääntönä on, että aineita, joilla on suurin potentiaali vähentää päästöjä, on myös vähiten saatavana. Erityisesti alkali- ja geopolymeeripohjaiset sementit voisivat periaatteessa eliminoida melkein kaikki prosessipäästöt, ja magnesiumsilikaattiin perustuva sementti voisi eliminoida ne kokonaan, mutta vaadittavat mineraalit eivät ole yleisiä.¹³



Kuva 8. Useimmat vaihtoehtoiset sideaineet vähentävät prosessipäästöjä vain vähän, ja niitä rajoittavat myös materiaalien saatavuus. (Käännetty ja muokattu: Material Economics, 2019)

Vihreä betoni

Ruduksen Vihreillä betoneilla voidaan valmistajan mukaan betonin hiilidioksidipäästöjä pienentää 20-50 % ja joissakin tapauksissa vielä enemmän. Vihreän betonin tyypillisiä käyttökohteita ovat tavanomaiset perustukset ja sisätiloissa olevat rakenteet. Vaativissa, ulkona

¹³ Material Economics, 2019. Industrial Transformation 2050 – Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry. <https://materialeconomics.com/publications/industrial-transformation-2050>

olevissa, ja erityisesti voimakkaasti suola-pakkasrasitetuissa rakenteissa kuten silloissa vihreitä betoneita ei voida täysimääräisesti hyödyntää.¹⁴

Päästökompensoitu hiilineutraali betoni

Pielisen Betoni Oy markkinoi olevansa ensimmäinen betonialan yritys Suomessa, joka valmistaa kaikki tuotteet hiilineutraalista betonista. Asiakas ei maksa kompensoinnista.¹⁵

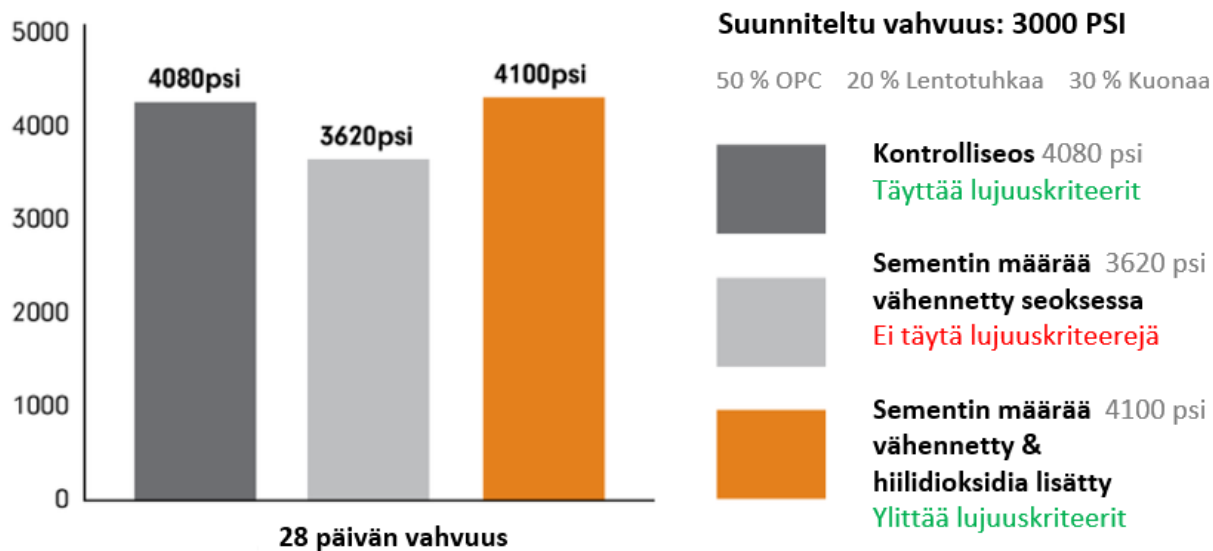
Lujabetoni Oy. Päästökompensoitua betonia halutessaan, asiakas maksaa tuotteen hinnassa kuutiokohtaisen kompensatiomaksun, joka on 6,00 €/m³ (ALV 0%).¹⁶

Hiilidioksidikövetettu betoni

Suomessa VTT kehittää hiilidioksidikövetettua betonia. VTT:n CO2Crete-projektin kokeissa on saavutettu aiempaa 10-40 % pienempi hiilijalanjälki Portland-sementistä valmistetuilla kappaleilla, hiilineutraalisuus masuunikuonalla ja hiilinegatiivisuus kuonan, viherlipeäsakan ja kuoriturhan yhdistelmällä.¹⁷

Pohjois-Amerikassa toimivan CarbonCure¹⁸ yrityksen hiilidioksidikövetettu betoni on jo laajasti käytössä paikallisilla markkinoilla. CarbonCuren ratkaisussa betoniin ruiskutetaan tarkka annos hiilidioksidia valmiskeitettuihin betoni- ja betonimuuraustuotteisiin, jonka seurauksena hiilidioksidi muuttuu kemiallisesti mineraaliksi.¹⁸

Hiilidioksidin tehokkuus sementin korvaajana valmiskeitetussa betonissa



Kuva 9. Hiilidioksidin tehokkuus sementin korvaajana valmiskeitetussa betonissa. (Käännetty: [carboncure.com/technology](https://www.carboncure.com/technology))

¹⁴ Rudus, 2020. <https://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/vihrea-betoni/5798/vihrea-betoni>

¹⁵ Pielisen Betoni Oy, 2020. <https://www.pielisenbetoni.fi/hiilineutraali/>

¹⁶ Lujabetoni Oy, 2020. <https://www.lujabetoni.fi/tuotteet/valmisbetonit/kompensoitubetoni/>

¹⁷ VTT Oy, 2019. <https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/muutetaan-betonin-ongelmat-ratkaisuiksi>

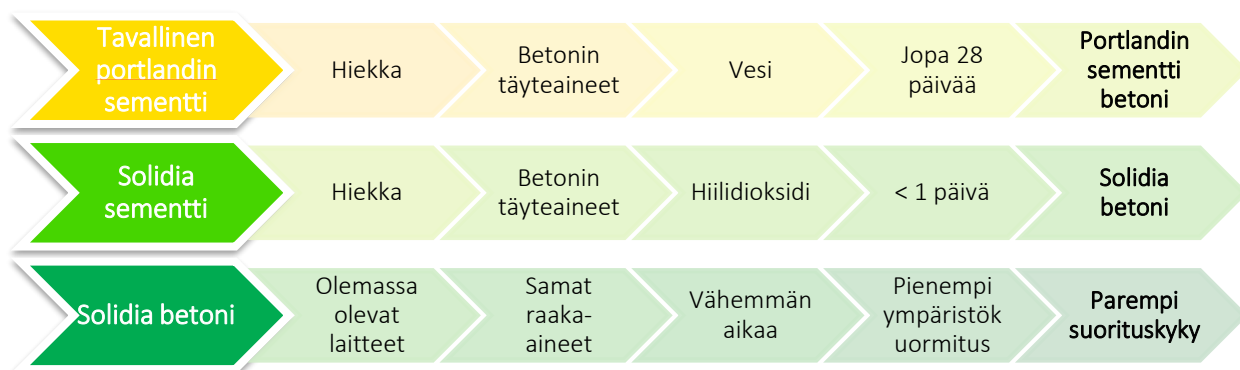
¹⁸ CarbonCure, 2020. <https://www.carboncure.com/technology>

Yhdistelmäratkaisut

Pohjois-Amerikasta lähtöisin oleva Solidia¹⁹ on sementti- ja betonitekniikkayritys, joka tarjoaa patentoituja vihreitä ratkaisuja, jotka tekevät hiilidioksidin käytöstä helppoa ja kannattavaa.

Heidän ratkaisunsa perustuu kahden ydinteknologian varaan:

- 1) Kestävä sementinvalmistustekniikka
 - a. voidaan käyttää perinteisissä sementtiuuneissa
 - b. käyttää vähemmän energiaa
 - c. vähentää kasvihuonekaasupäästöjä valmistuksen aikana 30–40%.
- 2) Kestävä betoninkovetustekniikka
 - a. betoni kovetetaan veden sijasta hiilidioksidin avulla
 - b. prosessissa tonniin betonia sitoutuu 240 kg hiilidioksidia
 - c. säästää vettä



Kuva 10. Tavallisen portlandin sementti betonin ja Solidia betonin. (Käännetty ja muokattu: solidia.com/solutions.html)

3.4 Betonimurskeen käyttö raiderakenteissa

Betonimurskeen käyttö raitiotierakenteissa on teknisesti mahdollista useissa rakennekerroksissa eri rakennetyypeillä. Betonimurskeen käyttömahdollisuudet ovat kiintoraideradassa suuremmat kuin tukikerroksellisessa radassa (taulukko: Diplomityö, Linden 2018).

¹⁹ Massachusetts Institute of Technology, 2020. <http://news.mit.edu/2020/explained-cement-vs-concrete-understanding-differences-and-sustainability-opportunities-0403>

Taulukko 6.1 Betonimurskeen mahdolliset käyttökohteet raitiotierakenteissa.

Käyttökohte	Betonimurskeen soveltuvuus	Huomioitavaa
Tukikerroksellinen rata		
Tukikerros	Tarvitaan lisää tutkimustietoa	BeM-rakenne peitettävä/päälystettävä
Välikerros	Teknisesti soveltuvaa, vaikutus tukikerrokseen vaatii lisää tutkimustietoa	BeM-rakenne peitettävä penkereen sivuilla
Eristyskerros	Soveltuu	BeM-rakenne peitettävä penkereen sivuilla
Suodatinkerros	Soveltuu*	BeM-rakenne peitettävä penkereen sivuilla
Pengertäyte	Soveltuu*	BeM-rakenne vähintään 1 m pohjavedenpinnasta
Kiintoraiderata		
Kantava kerros	Soveltuu	
Jakava kerros	Soveltuu	
Suodatinkerros	Soveltuu*	
Pengertäyte	Soveltuu*	

* Käyttö voi olla "tuhlailevaa" hyvälaatuisella betonimurskeella

Betonimurskeen käytöllä on saavutettavissa merkittäviä hyötyjä sekä kustannussäästöinä että pienempinä CO₂-päästöinä. Betonimurskeen käyttöä suunniteltaessa pitää kuitenkin huomioida mm. seuraavat käyttöä rajoittavat tekijät:

Ympäristö

- Betonimurskeen sijoittaminen 1- ja 2-luokan pohjavesialueelle tai sisämaan tulva-vaara-alueelle vaatii ympäristöluvan.
- Pitää peittää vähintään 10 cm maakerroksella
- Pengerrakenteiden korkeus pitää olla < 1,5 m

Materiaali

- Saatavuus vaihtelee voimakkaasti alueittain ja ajoittain
- Useimpiin rakenteisiin kelpaavaan hyvälaatuisen betonimurskeen BeM I ja BeM II hintataso voi olla korkea

Elinkaari / ylläpito

- Betonimurske kovettuu ajan myötä, jolloin auki kaivaminen myöhemmin voi vaikeutua. Tämä on huomioitava erityisesti jos, kerroksen alapuolella on putkia ja/tai kaapeleita
- Myöhemmin auki kaivettaessa betonimurske on jätettä, jota ei voida siirrellä hankkeen sisällä paikasta toiseen samalla tavalla kuin luonnon kiviaineista. Siirtäminen toiseen paikkaan edellyttää uuden ympäristöluvan.

3.5 Ylijäämämassojen hallinta

Ylijäämämassojen hallinnassa avainasemassa on massakoordinointi. Vantaan ratikan toteuttamistapa ja urakkamuoto eivät ole vielä selvillä, mutta jo nyt voidaan valmistautua tulevaan. Hankkeen onnistumisen kannalta on tärkeää ottaa huomioon seuraavia asioita jo aikaisessa vaiheessa.

Massalaskenta

Massakoordinointia on mahdotonta suorittaa, jos hankkeessa kaivettavat ja tarvittavat massamäärät ja laadut eivät ole selvillä. Siksi onkin tärkeää saada nämä tiedot jo aikaisessa vaiheessa. Tämä mahdollistaa massojen hyötykäytön suunnittelun ja näitä tietoja voidaan tarvita myös lupahakemuksissa.

Kiertotalousalueet kaavoituksessa

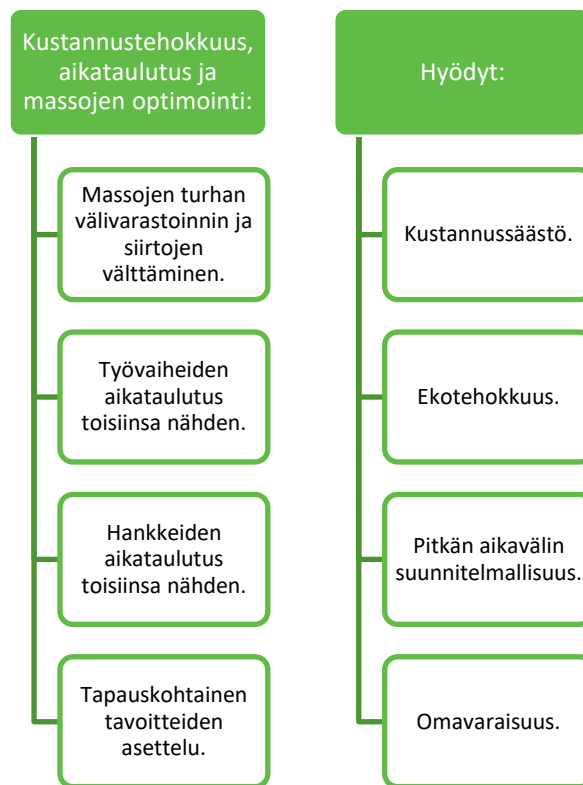
Hanketta varten on tarpeellista varata välivarastointialueita, jossa massoja voidaan esim. murskata ja säilöä. Myös hyötykäyttökohteiden pohtiminen jo kaavoitusvaiheessa auttaa merkittävästi ylijäämämassojen hallinnassa. Esimerkiksi meluvallit tai puistokohteet hankeen lähellä ovat potentiaalisia hyötykäyttökohteita.

Lupatarpeen selvittäminen ja lupaprosessi

Ylijäämämassojen hyötykäyttö toteutetaan usein MARA-ilmoituksella. Tosin MARA-ilmoituksen mukainen ylijäämämassojen hyötykäyttö ei mahdollista kaikkien massojen hyötykäyttöä, eikä myöskään ole mahdollista kaikilla alueilla. Massojen hyötykäyttö ympäristöluvan mukaisesti Vantaan ratikan tapauksessa on perusteltua, jotta hyötykäyttö voidaan toteuttaa monipuolisemmin. Ympäristölupaann kannattaa ottaa mukaan laajasti eri materiaaleja, koska tarpeet ja massojen saatavuus voivat muuttua. Lisäksi tarvittaessa on syytä hakea lupa massojen käsittelylle siihen suunnitelluille alueille.

3.6 Massakoordinointi

Vantaan ratikan massakoordinointia varten on suositeltavaa hankkia oma massakoordinaattori. Koordinoinnin avulla ylijäämämassat hyötykäytetään järjestelmällisesti. Se vähentää massojen kuljetusta ja välivarastointia sekä helpottaa hankkeen eri vaiheiden aikataulutusta. Tuloksena rakennushanke on tehokkaampi, ekologisempi ja samalla saadaan aikaan kustannussäästöjä. Ohessa on kuvattu massakoordinaattorin tehtäviä suunnittelu- ja toteuttamisvaiheessa.



Kuva 12. Massojen hallinnan edut

Suunnitteluvaiheessa

- Kartoitetaan rakentamisessa syntyvät ja rakentamiseen tarvittavat massat (Massalaskenta)
- Kartoitetaan hyötykäyttömahdollisuudet hankkeen sisältä ja sen lähialueelta
- Kartoitetaan tarve ja mahdollisuudet välivarastointiin
- Hankitaan tarvittavat luvat riittävän ajoissa
- Aikataulutetaan ja vaiheistetaan rakentamista aina kun se on mahdollista myös massatalouden näkökulmasta
- Tuotetaan massatalouden tilannekuva ja hyötykäyttösuunnitelma, jonka mukaan kuljetukset ja päästöt minimoidaan

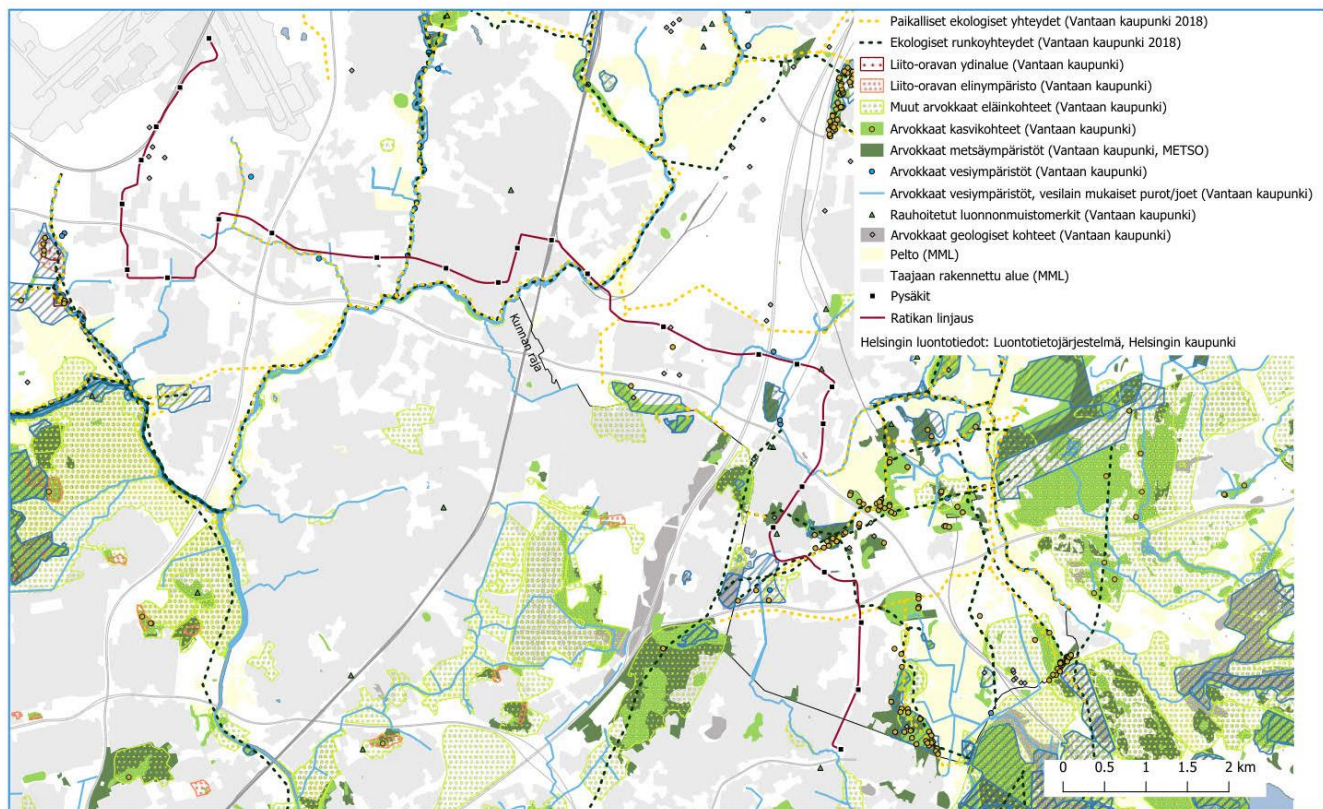
Toteuttamisvaiheessa

- Kolmen eri lohkon välinen viestintä, massakoordinaattori välittää massatietoa lohkojen ja urakoitsijoiden välillä
- Päivitetään massatalouden tilannekuvaa sekä tarvittaessa tarkennetaan massojen hyötykäyttösuunnitelmaa toteutussuunnitelmien pohjalta

- Urakoitsijoilla on oltava aina käytettävissään viimeisin massojen hyötykäyttösuunnitelma
- Seurataan hankkeiden/urakoiden/työvaiheiden toteumaa ja päivitetään tilannekuvaa. Samalla saadaan tietoa suunnittelussa arvioitujen massojen määrätiedon tarkkuudesta ja parannetaan suunnittelun laatua ja määräennusteiden tarkkuutta myös hankkeen edetessä.
- Toteumatietoa voidaan hyödyntää hankkeen kustannusarvion seurannassa sekä kustannusennusteiden tarkentamisessa kaivu- ja täyttötöiden osalta hankkeen aikana

4 Urbanin biodiversiteetin tukeminen resurssiviisaila ratkaisuilla

Resurssiviisaat ja vähähiiliset ratkaisut voidaan yhdistää urbanin biodiversiteetin eli kaupunkiluonnon monimuotoisuuden tukemiseen. Vantaan ratikan yleissuunnitelmassa on mukana runsaasti uusia istutuksia, erityisesti puukujanteita raiteiden varrella ja pääosin nurmipintainen viherraide. Yleissuunnitelmassa on myös tunnistettu alueen ekologiset yhteydet ja luontoarvot.



Kuva 13. Vantaan ratikan alueen ekologiset verkostot, yhteydet ja luontoarvot Vantaan ja Helsingin puolella. Ekologisten verkostojen ja luontoarvojen tiivistymä erottuu Hakunilan ja Länsimäen välillä. Lähde: Vantaan ratikan yleissuunnitelma (WSP 2019).

Ekologiset verkostot ja luontoarvot

Vantaan ratikan jatkosuunnittelussa huomioidaan ekologiset verkostot ja luontoarvot. Uudet rakenteet ja uusi kasvilajisto suunnitellaan tukemaan urbaania biodiversiteettiä. Kasvillisuus sijoitellaan raiteiden yhteyteen niin, että se tukee eri eliöiden liikkumista. Viherraitteet voidaan nurmen sijaan rakentaa niittymäisiksi, jolloin raiteista muodostuu osa Vantaan niittyverkostoa. Uudet hulevesipainanteet voivat myös toimia tärkeinä sini- ja viherkäytävinä.

Hakunilan ja Länsimäen välillä kulkee useita Vantaan ja Helsingin rajat ylittäviä ekologisia yhteyksiä. Siksi Vaaralan ja Fazerilan kohdalla on kiinnitettävä erityistä huomiota ekologisten yhteyksien turvaamiseen sekä raitiotien yli että ali.

Tietoja alueen luontoarvoista tulee päivittää uusilla kartoituksilla suunnittelun edetessä. Esi-merkiksi kierrätysmaiden varastoinnissa tulee huomioida alueen säilytettävät ekologiset verkostot ja luontoarvot. Vantaan ratikan lähialueilla sijaitsee mm. rauhoitetun ja erityisesti suojeltavan lahokaviosammalen potentiaalisia kasvupaikkoja (Lahokaviosammal Vantaalla: esiintymisselvitys ja suojelusuunnitelma, Faunatica 2020). Lahokaviosammalen säilymiselle tärkeän esiintymispaikan hävittäminen tai heikentäminen on kielletty luonnonsuojelulaissa, mutta sen esiintyminen ei kuitenkaan estä alueen käyttämistä esim. rakentamiseen. Laji on myös EU:n luontodirektiivin laji (liite II). Kun lahokaviosammalen potentiaalisille alueille suunnitellaan muutoksia, tulee kohteen lahokaviosammalen tilanne selvittää, jonka jälkeen alueiden suojelun tila ja tarve voidaan arvioida ELY-keskuksen kanssa.

Hulevesien luonnonmukainen käsittely

Hulevesien käsittelyssä huomioidaan erityisesti Vantaan ratikan hulevesiselvityksessä (WSP 2019) tunnistetut arvokkaat vesialueet ja pohjavesialueet. Ratikan hulevesiä voidaan viivyttää viheralueille rakennettavilla avoimilla viivytys- ja imeytysrakenteilla. Hulevesipainanteet voidaan rakentaa tukemaan urbaania biodiversiteettiä.

Hulevesiä voidaan ohjata myös ratikan ympäristön istutusalueille ja katupuille, jolloin vähennetään hulevesirakenteiden ja -viemäristön kuormitusta. Etenkin suurikokoiset ja syväjuuriset puut ovat merkittäviä hulevesien sidonnassa, olevan kasvillisuuden ja erityisesti puuston säilyttäminen on siksikin resurssiviisasta.

Pintamaat ja kasvualustat

Käyttämällä pintamaita uusien istutusten kasvualustoissa voidaan välttää hiilihävikkiä. Paikalta (tai mahdollisimman läheltä) kuorituista pintamaista käyttämällä vähennetään tuotteistetun kasvualustan ja kuljetusten tarvetta. Pintamaiden käytössä on huomioitava mahdollinen luvitustarve ja tilavaraukset välivarastoinnille. Tuotteistetuilla kasvualustoilla on niiden sisältämän turpeen takia huomattava hiilijalanjälki. Tuotteistettuja kasvualustoja käyttäessä voidaan valita mahdollisimman vähän turvetta sisältäviä vaihtoehtoja. Uusien istutusten elinvoimaisuuden takaamiseksi kasvualustat ja kasvillisuus on suunniteltava käsi kädessä, tarkasti yhteensoviviksi. Kasvualustojen ja kasvillisuuden suunnittelussa huomioidaan myös pohjarakentamisen materiaalien vaikutukset kasvuolosuhteisiin, esim. betonimurske.

Monimuotoisuutta tukeva, kestävä kasvillisuus ja ylläpidon resurssiviisaus

Ensisijaisesti pyritään säilyttämään nykyistä kasvillisuutta, etenkin puita. Vantaan ratikan yleissuunnitelmassa on sijoitettu runsaasti istutettavia katupuita ja puukujanteita kiskoja varrelle. Jotta saadaan kestävä ratkaisu ja haastavaan kasvupaikkaan elinvoimaiset puut, tarvitaan istutettavien puiden ja kasvualustojen huolellinen mitoitus. Helsingin kaupungilla on keväällä 2020 valmistumassa mitoitusohjeen laadinta katupuiden, puukujanteiden ja raitioteiden yhteensovittamisesta (Sitowise). Mitoitusohjetta voidaan hyödyntää Vantaan ratikan jatkosuunnittelussa.

Vantaan ratikan yleissuunnitelmassa on määritelty erilaisia viherraitteiden ratkaisuja: nurmipintaa ja nurmikiveä ratikkalinjalle. Tampereen raitiotiellä ja Raide-Jokerissa on tutkittu viheraitteita: erilaisia kasvualustoja ja siemensekoituksia. Tampereella tavoitteena on raitteiden vihreä nurmipinta. Helsingissä tavoitteena on saada osalle raitteista myös monimuotoisuutta edistävää, kukkivaa paahdeympäristöjen kasvillisuutta. Molemmista kohteista tullaan saamaan lähivuosina lisätietoa ratkaisujen kestävydestä ja resurssiviisaudesta. Kukkiva, monilajinen paahdeympäristöjen kasvillisuus on lähtökohtaisesti resurssiviisasta, koska se ei vaadi toistuvaa leikkaamista. Paahdekasvillisuus tukee urbaania biodiversiteettiä ja hyödyttää pölyttäjiä.

Vantaan ratikan istutuksista tehdään kerroksellisia ja monilajisia. Lajivalikoimassa suositetaan kotimaisia kasvilajeja. Sekä puu- että ruohovartisten kukkivien mesikasvien käyttö hyödyttää pölyttäjiä. Kasvillisuus voi pohjautua biotooppipohjaiseen ja dynaamiseen kasvillisuussuunnitteluun, eli uudet istutukset voivat mukailla luonnon kasvivyhdyskuntia, huomioiden katu ympäristön vaatimukset mm. kasvillisuuden ulkonäkövaatimuksista ja näkemäalueista.

Ylläpidon kannalta resurssiviisaita ovat sellaiset kasvillisuusratkaisut, joiden hoitotarve, siihen liittyvä materiaalien käyttö ja kuljetus (polttoaine, lannoitteet, kastelu) on mahdollisimman pieni. Siksi tiheästi leikattavaa nurmipintaa kannattaa ratikan ympäristössä korvata mahdollisimman paljon muilla vaihtoehdoilla, kuten luonnostaan matalana pysyvällä paahdekasvillisuudella.

5 Resurssiviisaiden ratkaisujen vaikutusten mittaaminen

5.1 CO₂ – mittaamisen yhdistäminen resurssiviisaisiin ratkaisuihin

Vantaa on sitoutunut tavoittelemaan hiilineutraaliteettia ja ratikkahankkeen CO₂-laskennassa (120 000 CO₂-tonnia) on arvioitu, että hankkeen materiaalipäästöistä valtaosan muodostaa betoni. Samoin pohjarakentamisen osuus on merkittävä. Laskelmassa ei ole arvioitu kierrätysmateriaalien käyttöä ja niiden käyttöön kehoitetaan laskelmassa käyttämään harkintaa.

Tässä työssä arvioidaan tilaajan tahtotilan ja suuntaviivojen vaikuttavuutta suhteessa betonin valmistukseen liittyviin toimenpiteisiin. Ensimmäisen CO₂-laskennan tulokset on tehty yleissuunnitelman pohjalta, jonka on toteuttanut Rapal. Rapalin Fore-työkalua käytetään myös myöhemmässä laskennassa.

Ratikka liikennemuotoon siirtymisen on arvioitu CO₂-päästöjen vähenemä vuositasona vuonna 2050 on 6100 t CO₂. Vuoden 2050 vähenemä vastaa noin 0,4 % kaikista tieliikenteen nykyisistä päästöistä Vantaalla.

5.2 Sertifiointit

Resurssiviisauden tavoitteiden toteutumisen mittaamisessa voidaan hiililaskennan lisäksi hyödyntää ympäristösertifikaattien kriteeristöjä. Sertifiointit ovat kansainvälisesti tunnistettu, puolueeton tapa arvioida ja vertailla alueita ja hankkeita. Sertifiointi luo uskottavuutta hankkeen kestävyydelle. Puhtaasti raidehankkeeseen sopii CEEQUAL, joka on tarkoitettu infrahankkeille. BREEAM Communities sopii laajemmin raidehankkeeseen kytkeytyvän maankäytön suunnittelun ohjaukseen ja arviointiin.

Sertifiointijärjestelmän soveltaminen raidehankkeen resurssiviisauden todentamiseen voi kuitenkin olla haastavaa. Siksi yhtenä vaihtoehtona on laatia oma hankekohtainen seurantajärjestelmä tavoitteiden toteutumisen mittaamiseen. Esimerkiksi Raide-Jokerissa luovuttiin sertifiointien käyttämisestä ja laadittiin sen sijaan oma hankekohtainen ympäristökäsikirja. Siihen on koottu kaikki hankkeen ympäristönäkökulmat (tavoitteet, periaatteet ja toimintatavat).

Suosittelavaa on tehdä alustava arviointi sertifiointijärjestelmällä ja tehdä sen pohjalta päätös, käynnistetäänkö varsinainen sertifiointiprosessi vai luodaanko oma seurantajärjestelmä.

BREEAM Communities

Lähde: Jenni Lautso, lisensioitu BREEAM Communities -konsultti, Sitowise

BREEAM Communities on englantilainen, myös muualla Euroopassa ja maailmalla käytettävä aluehankkeiden kestävyden arviointimenetelmä. Menetelmä kattaa taloudellisen, sosiaalisen ja ympäristöllisen kestävyden arvioinnin. Sertifiointiprosessissa laaditaan ensin alustava arviointi: tavoitteiden määrittely, kriteerien räätälöinti ja alustava arvio pisteistä. Alustavan arvion pohjalta tehdään päätös, lähdetäänkö hanketta sertifiomaan. Varsinainen sertifiointiprosessi kestää useamman vuoden (yleensä 3-4v).

BREEAM-C kriteeristön pääotsikot ovat: hallinto, maaperä ja ekologia, resurssien ja energian käyttö, sosiaalinen ja taloudellinen hyvinvointi, liikenne ja liikkuminen sekä innovaatio.

BREEAM Communities -arviointi on käynnissä Tampereen Hiedanrannassa, jossa on tavoitteena olla Suomen ensimmäinen BREEAM Communities -sertifioitu aluekohde. Sertifiointiprosessia Tampereen kaupungin kumppanina vetää Sitowise.

CEEQUAL

Lähteet: Sanna Vaalgamaa, päteväytynyt CEEQUAL-assessori / Sitowise ja Minna Tukiainen, vastuullisuusasiantuntija, Helsinki KYMP / Kruunusillat-allianssi

CEEQUAL on luokittelujärjestelmä, joka on luotu edistämään kestävä kehityksen mukaisia tavoitteita erityisesti infrarakentamisessa. Järjestelmä on kehitetty Iso-Britanniassa ja sitä on käytetty globaalisti jo yli 300 hankkeessa. CEEQUAL:issa arviointi toteutetaan 200 kysymyksellä, joiden aihepiireinä ovat mm. ympäristö ja luonnon monimuotoisuus, energia ja hiilijalanjälki, raaka-aineiden käyttö sekä jätteiden hallinta ja massatalous. CEEQUAL:in avulla hankkeessa arvioidaan vastuullisuuden lähtötilanne ja sen perusteella suunnitellaan ja toteutetaan tarvittavat toimenpiteet, joilla saavutetaan vastuullisuudelle hankkeessa asetetut tavoitteet.

Kruunusillat-raitiotiessä Helsingissä on käynnissä allianssin kehitysvaihe. Hankkeessa ollaan valmistelemassa CEEQUAL:in käyttöönottoa vastuullisuuden arvioinnin ja hallinnan työkaluna, mutta tämän raportin laatimishetkellä lopullista päätöstä asiasta ei ole vielä tehty.

Vihertehokkuus

Vihertehokkuuslaskelma ei ole varsinainen sertifiointimenetelmä, mutta vihertehokkuuslaskelmalla voidaan osaltaan tarkastella hankkeen tavoitteiden toteutumista urbaanin biodiversiteetin kannalta. Vihertehokkuuslaskelma on hyödyllinen, jos varsinaista sertifiointia ei tehdä. Vantaalla on käytössä vihertehokkuuslaskuria, jota on mahdollista soveltaa myös ratikan hankkeeseen. Vihertehokkuudella tarkoitetaan alueen painotetun viherpinta-alan suhdetta alueen pinta-alaan.

Vihertehokkuuslaskuri ei sellaisenaan sovellu raidehankkeeseen, mutta siellä olevia elementtejä voitaneen hyödyntää. Se luotu tonttikohtaiseen tarkasteluun rakennusten rakentamisessa. Siitä on kehitelty versioita julkiseen tilaan sopivaksi työkaluksi esimerkiksi Tukholmassa ja parhaillaan Helsingissä. Toimintamallia olisi hyvä kehittää Vantaalla ratikan yhteydessä ed. maaintujen ja iwater-hankkeesta löytyvien työkalujen pohjalta.

6 Lainsäädäntö ja lupamenettelyt

Vantaan ratikan rakentamisessa pyritään toiminaan mahdollisimman resurssiviisaasti muun muassa hyödyntämällä hankkeessa syntyviä ylijäämämassoja sekä mahdollisuuksien mukaan uusiomateriaaleja. Uusiomateriaalien käyttöä Suomessa ohjaavat sekä kansallinen että EU-lainsäädäntö, tärkeimpinä seuraavat lait, säädökset ja asetukset:

EU-lainsäädäntö:

- EU:n jätedirektiivi (EY 98/2008)
- EU:n rakennustuoteasetus (EU 305/2011), erityisesti CE-merkinnät ja haitalliset aineet
- REACH-asetus (EY 1907/2006) eli asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista
- CLP-asetus (EY 1272/2008) eli asetus kemikaalien luokituksesta, merkinnöistä ja pakkaamisesta

Suomen kansallinen lainsäädäntö:

- Ympäristönsuojelulaki (527/2014) ja -asetus (713/2014)
- Jätelaki (646/2011) ja -asetus (179/2012)
- Jäteverolaki (1126/2010)
- Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa eli MARA-asetus (843/2017)

Lisäksi:

- Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) sekä -asetus ja maa-aineksen ottoa koskevat lait ja asetukset, olennaisimpina maa-aineslaki (555/1981) ja Valtioneuvoston asetus maa-ainesten ottamisesta (926/2005)

Edellä mainituista laeista, asetuksista ja direktiiveistä uusiomateriaalien hyödyntämisen lupakäytäntöjen kannalta merkittävimpiä ovat ympäristönsuojelulaki ja -asetus sekä MARA-asetus. Uusiomateriaalit voivat olla joko ympäristölainsäädännön alaisia jätteitä tai tuotelainsäädännön alaisia tuotteita. Huomattava osa uusiomateriaaleista luokitellaan jätteeksi, jolloin niiden hyödyntämiseen tarvitaan ympäristölupa. Joitain uusiomateriaaleja voidaan tiettyjen ehtojen täytyessä hyödyntää myös ilmoitusmenettelyn avulla (MARA-asetus), joka on huomattavasti ympäristölupaprosessia kevyempi ja nopeampi.

Kaivetun ja uudelleen käytettävän maa-aineksen jätestatuksen arvioimisessa voidaan hyödyntää Ympäristöministeriön Kaivetut maa-ainekset – jäteluonne ja käsittely -muistiota (3.7.2015). Muistion tarkoituksena on selkeyttää maa-aineksiin ja maa-ainesjätteisiin liittyviä jätelain ja ympäristönsuojelulain mukaisia tulkintoja. Muistiossa tarkastellaan rakentamisessa ja muussa vastaavassa toiminnassa syntyvien kaivettujen maa-ainesten jäteluonnetta, käsitteilyä koskevia vaatimuksia ja siinä noudatettavia hallinnollisia menettelyjä.

MARA-asetus

Valtioneuvoston asetuksen eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (VNa 843/2017) eli MARA-asetuksen tarkoituksena on lisätä ja helpottaa jätteiden hyödyntämistä

infrarakentamisessa. Asetus määrittää vaatimukset, joiden täyttyessä eräiden jätteiden, kuten esimerkiksi väylärakentamisessa yleistyneen betonimurskeen, hyödyntämiseen ei tarvita ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaista ympäristölupaa. Ympäristökelpoisuus osoitetaan ympäristölupahakemuksen sijaan ilmoitusmenettelyllä, jonka käsittelee alueen ELY-keskus.

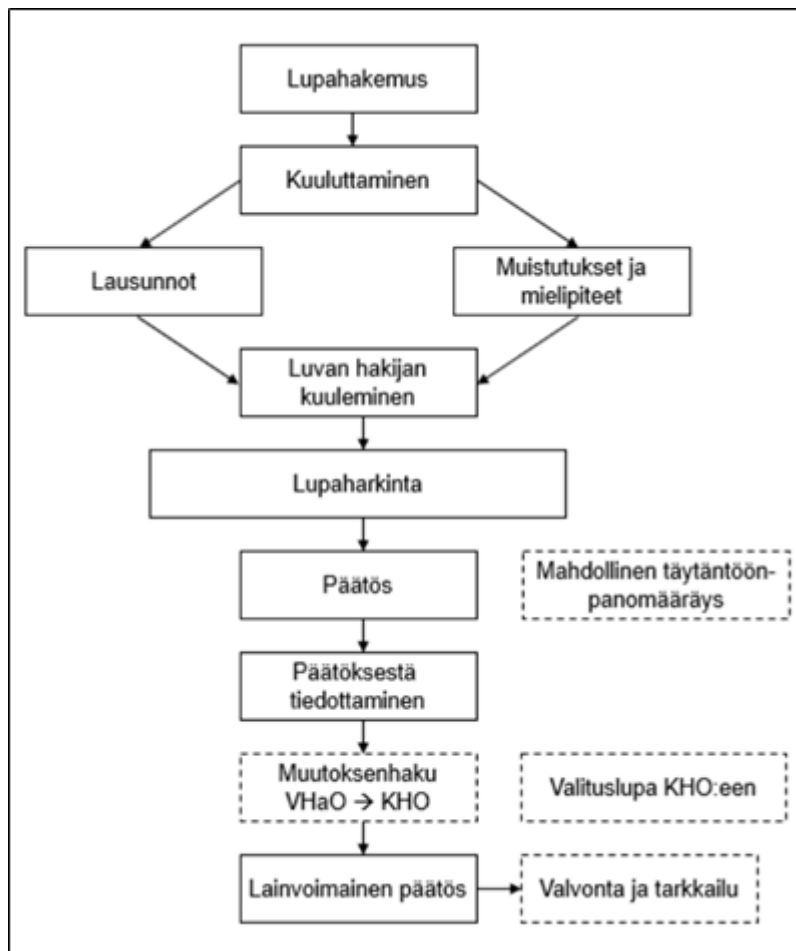
MARA-asetus määrittää muun muassa rakenteen, jossa kutakin materiaalia on mahdollista käyttää, hyödynnettävän jätteen suurimman sallitun haitallisten aineiden liukoisuuden (mg/kg L/S-suhteessa 10 l/kg) ja pitoisuuden (mg/kg kuiva-ainetta) sekä suurimman sallitun kerros- paksuuden maarakentamiskohteessa rakenteittain.

Ratikkahankkeessa MARA-ilmoitusmenettely ei ainakaan osassa hankealuetta ole käyttökel- poinen. Raitiotien rakentamisalue kulkee esimerkiksi muutamissa kohdissa pohjavesialueella, joilla jätteitä ei voida hyödyntää MARA-asetuksen mukaisesti. Asetuksen määrittämiä raja- arvoja käytetään kuitenkin usein myös ympäristölupaprosessissa ohjearvoina, joten asetusta kannattaa hyödyntää ympäristölupahakemuksenkin laatimisessa. MARA-asetuksen tulkin- nassa voidaan käyttää apuna MARA-asetuksen soveltamisohjetta (Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, soveltamisohje, versio 1.3.2018).

Ympäristölupamenettely

Ympäristölupa on ympäristönsuojelulain (527/2014) 27 § mukainen lupa sellaiseen toimintaa, josta voi aiheutua ympäristövaikutuksia. Kaikki ympäristöluvanvaraiset toiminnot on lueteltu asetuksen liitteessä 1, mutta lupaa voidaan vaatia myös tapauskohtaisesti. Luvanvarainen hanke edellyttää viranomaisen myöntämää ympäristölupaa, jonka myöntää joko kunnan tai valtion viranomainen. Jätteiden hyödyntämisen osalta lupaa haetaan kunnan ympäristöviran- omaiselta, mikäli vuosittain käsiteltävän jätemäärä on alle 50 000 tonnia, ja valtion ympäris- tölupaviranomaiselta (AVI), mikäli määrä on yli 50 000 tonnia vuodessa.

Ympäristöluvassa arvioidaan tapauskohtaisesti jätemateriaalin hyödyntämisen ympäristövai- kutukset sekä materiaalin että sen käyttökohteen ominaisuuksien perusteella. Ympäristölupa- hakemuksen käsittely kestää puolesta vuodesta vuoteen tai jopa vuosiin, joten lupaprosessi kannattaa aloittaa ajoissa. Ympäristölupaprosessin vaiheet on esitetty kuvassa ?.



Kuva 14. Ympäristölupakäsittelyn vaiheet (ymparisto.fi).

Ympäristölupaa haetaan kaikelle sellaiselle toiminnalle ja materiaaleille, jotka ovat ympäristöluvanvaraisia. Ratikkahankkeessa tällaisia voivat olla esimerkiksi erilaisten uusiomateriaalien, ylijäämämaiden tai pilaantuneiden maiden hyödyntäminen, käsittely tai välivarastointi sekä mahdollisesti kiviaineksen murskaus.

7 Resurssiviisauden yleisiä tehtäviä suunnitteluttamisessa, rakennuttamisessa, hankinnoissa ja rakentamisessa

Suunnittelu

Resurssiviisautta koskeva tilaajan tahtotila ja tavoitteet pitää määritellä mahdollisimman aikaisin ja sen jälkeen niiden pitää kulkea mukana hankkeen kaikissa vaiheissa. Resurssiviisautta koskevia ratkaisuja tehdään kaikissa suunnitteluvaiheissa ja ratkaisujen vaihtoehdot vähenevät sitä mukaa kun suunnittelu etenee kohti detaljitasoa. Resurssiviisauden periaatteet ja tehdyt ratkaisut pitää viestiä seuraavaan suunnitteluvaiheeseen esimerkiksi suunnitteluohjeen kautta.

Suunnitteluttaminen

Tavoitteiden ja tahtotilan tunnistaminen

- Suhde kaupungin strategiaan tavoitteisiin huomioitava

Tavoitteiden vieminen seuraavan vaiheen suunnitteluun

- Suunnitteluperusteiden tai -ohjeiden laatiminen jatkosuunnittelua varten

Tavoitteiden ottaminen osaksi suunnittelun hankintaa

- Hinta-laaturkilpailussa tarjoajien resurssiviisauden osaamisen arviointi
- Pelkässä hintakilpailussa laatuvaatimusten määrittely hyvin selkeästi

Toteutusmuodon valinta

Hankkeen toteutusmuodon valinta vaikuttaa merkittävästi siihen, millaiset vaikutusmahdollisuudet tilaajalla on toteutuksen aikana tehtäviin ratkaisuihin. Suurimmat vaikutusmahdollisuudet tilaajalla on ns. yhteistoiminnallisissa toteutusmuodoissa, joita ovat esim. projektinjohdourakka (PJU) ja Allianssi. Tyypillisesti näihin toteutusmuotoihin sisällytetään alkuun kehitysvaihe, jossa mm. resurssiviisautta voidaan optimoida yhteisesti tilaajan, suunnittelijan ja urakoitsijan kesken.

ST/KVR- ja kokonaisurakassa tilaajan pitää urakan tarjouspyynnössä määritellä selvästi vaatimukset resurssiviisauden huomioimiselle. Urakan aikana tilaajalla ei juuri ole mahdollisuuksia vaikuttaa ratkaisuihin vaan tilaaja ainoastaan valvoo, että urakoitsijan toiminta täyttää urakassa asetetut ehdot.

Toteutusmuodosta riippuen rakennussuunnittelu voi olla tilaajan hankkimaa tai suunnittelu sisältyä urakkaan.

- Allianssi, johon kuuluu rakennussuunnittelu
- ST/KVR, jossa rakennussuunnittelu kuuluu urakkaan
- PJU, jossa rakennussuunnittelu kuuluu urakkaan osittain / kokonaan

- Kokonaisurakka / jaettu urakka, jossa tilaajan hankkima rakennussuunnittelu

Tilaajan hankkimassa rakennussuunnittelussa ratkaisut valitaan pääosin jo ennen kuin urakka hankitaan ja tällöin ratkaisusta päättäminen on täysin tilaajan omassa hallinnassa. Haasteena on toisaalta se, että ratkaisut joudutaan tekemään jo hyvin aikaisessa vaiheessa, jolloin kaikkia lähtötietoja ei ole käytössä. Myöskään urakoitsijoiden näkemyksiä ei kovin hyvin pystytty hyödyntämään hankkeen tässä vaiheessa.

Mikäli rakennussuunnittelu sisällytetään kokonaan urakkaan (ST/KVR), on tilaajan jo urakkaa hankittaessa määriteltävä tarkasti laatuvaatimukset mitä urakkaan kuuluvalta suunnittelulta edellytetään resurssiviisauden suhteen. Urakan aikana tilaajalla on myös mahdollisuus vaikuttaa rakennussuunnitteluun, mutta vain laatuvaatimusten määrittämissä puitteissa.

Yhteistoiminnalliset toteutusmuodot (PJU ja Allianssi), joissa on mukana suunnitelmien kehitysvaihe, mahdollistaa suunnitteluratkaisujen optimoinnin eri osapuolten yhteistyönä. Tällöin suunnitteluun saadaan mukaan kaikkien osapuolten asiantuntemus. Haasteena näissä toteutusmuodoissa on, että kaikkia osapuolia tyydyttävän ratkaisun löytäminen voi olla vaikeaa, koska resurssiviisauden tavoitteet voivat joskus olla ristiriidassa muiden tavoitteiden (esim. kustannukset) kanssa. Yhteistoiminnallisissa toteutusmuodoissa päätöksenteko ei myöskään ole enää tilaajan hallinnassa kuin osittain.

Rakentaminen

Hankkeen toteutusmuodon valinta

- Yhteistoiminnallinen (allianssi / PJU (projektinjohtourakka)
- ST- / KVR -urakka (suunnittelu ja toteutus)
- Kokonaisurakka / jaettu urakka

Suunnittelun sisällyttäminen urakkaan / tilaajan hankkima suunnittelu

- Allianssi, johon kuuluu rakennussuunnittelu
- ST/KVR, jossa rakennussuunnittelu kuuluu urakkaan
- PJU, jossa rakennussuunnittelu kuuluu urakkaan osittain / kokonaan
- Kokonaisurakka / jaettu urakka, jossa tilaajan tekemä rakennussuunnittelu

Hankinnat

Resurssiviisaus voidaan ottaa suunnittelun ja rakentamisen hankinnassa huomioon joko asettamalla sille minimivaatimustaso, joka tarjoajan pitää saavuttaa, tai ottamalla se yhdeksi pisteytettäväksi laatutekijäksi. Minimivaatimustasoa voidaan arvioida toimijoiden esittämällä resurssiviisautta koskevilla referensseillä. Laatupisteytys voidaan tehdä esimerkiksi arvioimalla tarjoajilta vaadittava resurssiviisautta koskeva projektisuunnitelma. Tarjousvaiheessa on myös mahdollista järjestää työpajaosio, jossa tarjoajat toteuttavat tilaajan antamia resurssiviisautteen liittyviä tehtäviä ja työpajan suoritukset arvioidaan ja pisteytetään.

Asialle haluttua painoarvoa voidaan säädellä sillä, kuinka suuri %-osuus laatupisteytyksessä määritetään resurssiviisauden perusteella. Haasteena laatuarvioinnissa on, miten eri toimijoiden esittämiä referenssejä ja projektisuunnitelmia pisteytetään objektiivisesti. Arviointiperusteet asiat pitää yksilöidä tarkasti hankinta-asiakirjoissa.

Hankintavaihe

Resurssiviisaus huomiointi hankinnassa minimivaatimuksena tai pisteytettävänä laatutekijänä.

- Toimijoiden referenssit resurssiviisauden osalta
- Toimijoiden esittämä resurssiviisauden projektisuunnitelma
- Tarjousvaiheen työpajaosio, jossa resurssiviisautteen liittyviä tehtäviä

Rakentaminen

Rakentamisvaiheen mahdollisuudet resurssiviisauden huomioimiseen määräytyvät osittain valitun toteutusmuodon perusteella.

Kokonaisurakassa, jossa on tilaajan hankkimat rakennussuunnitelmat, ei urakoitsijalla ole juuri mahdollisuuksia muuttaa suunnitelmissa määritettyjä ratkaisuja rakentamisen aikana. Tällöin urakoitsijan resurssiviisaus rajautuu ainoastaan itse rakentamistoimintaan eli esim. massojen hallinnan optimointiin (kaivumassojen ja purettavien rakenteiden uusiokäyttö, kuljetusmatkojen minimointi ym.). Urakoitsija tekee massojen hallintaa kuitenkin pääosin taloudellisista lähtökohdista, jotka toki saattavat olla samoja kuin resurssiviisauden tavoitteet, mutta voivat olla myös hyvin erilaisia. Urakoitsijalla ei ole varsinaista kannustinta resurssiviisauden toteuttamiseen, jos sitä ei ole erikseen urakkasopimuksessa määritetty. Tilaaja voi toki asettaa urakkasopimuksessa erityisiä resurssiviisautta koskevia vaatimuksia, joihin on kytketty bonuksia ja/tai sanktioita, ja joiden toteutumista tilaaja valvoo urakana aikana. Tällaisia voivat olla esimerkiksi työmaalla käytettävien koneiden ja laitteiden päästöihin liittyvät asiat.

Urakassa, johon kuuluu rakennussuunnittelu, urakoitsijalla on mahdollisuus ohjata suunnittelua tilaajan määrittämien laatuvaatimusten puitteissa. Tällöin suunnitteluratkaisuja voidaan valita resurssiviisaus huomioiden. Tämä tietenkin edellyttää, että tilaaja on asettamillaan laatuvaatimuksilla ohjannut suunnitteluratkaisuja tähän suuntaan.

Yhteistoiminnallisessa urakassa, johon sisältyy kehitysvaihe, on mahdollista melko vapaasti kehittää suunnitteluratkaisuja resurssiviisaus huomioiden. Allianssissa asetetaan kaikille osapuolille yhteiset avaintulostavoitteet, joita voivat olla esim. resurssiviisautteen liittyvät asiat. Näin toimittaessa kaikilla allianssin osapuolilla on myös taloudellinen kannustin resurssiviisauden toteuttamiseen.

Rakentaminen

Urakoitsijan toimenpiteitä urakan aikana

- Urakkasopimuksessa määritettyjen resurssiviisauden laatuvaatimusten toteuttaminen, esim. koneiden ja laitteiden päästöjen minimoiminen
- Massatalouden optimointi
- Purkujätteen hyödyntäminen
- Kuljetusmatkojen minimointi
- Koneiden ja laitteiden päästöjen vähentäminen

Ja myöhemmin ylläpitovaiheessa on tärkeää noudattaa määritettyjä kunnossapito-ohjeita, jotta materiaalit kestävät niille suunnitellun käyttöiän. Jos kunnossapitoa laiminlyödään, voidaan materiaaleja joutua korjaamaan tai uusimaan suunniteltua useammin. Tällöin suunnitelluvaiheessa laskettu hyöty päästöjen vähentämisessä saatetaan menettää osittain tai jopa kokonaan.

Resurssiviisaita ratkaisuja pitää siis tarkatella yhtenä isona kokonaisuutena ja koko hankkeen läpileikkaavana teemana, koska prosessin osat ja niissä tehtävät valinnat vievät kokonaisuutta eteenpäin.

8 Vantaan resurssiviisas ratikka- suuntaviivat

Keskeinen viesti ja kokemukset muiden hankkeiden valossa Vantaan ratikalle ovat:

- Resurssiviisaus pitää olla mukana kaikissa hankkeen suunnitteluvaiheissa
- Tilaajan täytyy ilmaista selkeästi oma tahtotilansa asiassa
- Tilaajan tahtotila pitää välittyä toimijoille (suunnittelijat, urakoitsijat)
- Kaikilta osapuolilta vaaditaan ennakoluulotonta suhtautumista asiaan
- Resurssiviisauden toteuttamiselle pitää olla urakassa myös taloudellinen intressi

Vantaan ratikan resurssiviisauden tahtotila tiivistyy kolmeen keskeiseen tavoitteeseen.

1. Vantaan Ratikan suunnittelussa uudisbetonin päästökuormituksen vähentämisen vaihtoehtoja ja keinoja etsitään raportissa mainituin keinoin, ne pitää suhteuttaa myös kustannuksiin.
2. Vantaan Ratikka on uudelleen käytettävien maamassojen hyötykäytössä mahdollisimman omavarainen ja hankkeessa syntyvät maamassat huomioidaan hankkeessa yhtenä kokonaisuutena. Vantaan Ratikassa käytetään betonimursketta korvaamaan luonnon kiviainesta kaikkialla, missä on sen kestävästi ja taloudellisesti mahdollista.
3. Vantaan Ratikka tukee urbaania biodiversiteettiä resurssiviisaasti vähähiilisillä ratkaisuille: pintamaiden uudelleenkäytöllä, hulevesien luonnonmukaisella käsittelyllä ja monimuotoisuutta edistävällä kasvillisuudella.

Katusuunnittelun seitsemän keskeistä ohjetta tavoitteiden saavuttamiseksi:

1. Kiertotalous huomioidaan ratikan suunnittelussa yhtenä kokonaisuutena

Vantaan kaupungilla on strateginen tahtotila edistää resurssiviisaita ratkaisuja myös ratikkahankkeessa. Katu- ja rakennussuunnittelun tavoitteena on, että kaupunki voi toteuttaa teknisesti ja taloudellisesti ratikan, jonka osana ovat resurssiviisaat ratkaisut.

Aiemmin hankkeessa laaditussa rakentamisen toteutusmalliselvityksessä on arvioitu erilaisia ratikan rakentamisen toteutustapoja lohkoittain, jotta resurssiviisauden ratkaisusta saataisiin paras hyöty, on perusteltua katsoa resurssiviisauden toimia mm. ylijäämämassojen ja uusiomateriaalien hallintaa, kuitenkin *yhtenä kokonaisuutena*.

Näin voidaan paremmin vastata ylijäämämassojen ja purkubetonin kysynnän ja tarjonnan vastaavuuteen ja että hankkeen resurssiviisauden toimenpiteet, näiden toimien ympäristövaikutusten arviointi ja luvittaminen olisi yhdenmukaista.

Tämä edellyttää niin katusuunnittelun kuin rakennussuunnittelun aikana lohkojen välistä yhteistyötä ja vuoropuhelua.

2. Resurssitehokkuuteen liittyvän lainsäädännön ja ohjeistuksen seuranta hankkeen aikana sekä luvittamisen tarpeiden ennakointi tärkeää

Infrarakentamisen kiertotalouden ohjeistus kehittyä ja täsmentyä jatkuvasti. Siitä saadaan lisää tietoa ja kokemusta. Suunnittelun aikana näiden ohjeiden ja uusimman parhaan tiedon huomioimiseen täytyy luoda jonkinlainen rutiini, joka vastuutetaan selkeästi joko tilaajalle tai palvelun toimittajalle. Sama koskee kansallista lainsäädännön ja ohjeistuksen seurantaa.

Luvittamisen ja välivarastopaikkojen huomiointi tulee tehdä myös kokonaisuutena. Suunnittelun edetessä on ottaa huomioon betonimurskeen käytön soveltuvuus rai-derakentamiseen ja betoniteollisuudessa tapahtuvat kehitysaskleet. Samalla tulevia toimenpiteitä peilataan kaupungin strategiisiin toimenpiteisiin.

Käynnissä olevan hankkeen ”Päästötön työmaa”-kokemukset otetaan osaksi Vantaan Ratikkaa. Hankkeessa haetaan mahdollisimman päästöttömiä ratkaisuja työmaakoneisiin ja kuljetusten optimointiin.

3. Materiaalivalinnoilla hiilineutraaliuden tavoitteisiin

Vantaan ratikan osalta keskeiset rakenneosat, joihin toimenpiteitä kohdentamalla voidaan vähentää päästöjä:

- ✓ Pohjarakentaminen
- ✓ Sillat ja taitorakenteet
- ✓ Raitiotie

Pohjarakentamisen osalta päästöjen vähentämistä voidaan tehdä mm. seuraavilla tavoilla:

- ✓ Pohjanvahvistusten kokonaismäärän minimointi
- ✓ Pohjanvahvistustavan ja -materiaalin valinnassa minimoidaan betonin ja sementin käyttö
- ✓ Massanvaihtojen toteuttaminen hankkeelta saatavilla massoilla

Siltojen ja taitorakenteiden osalta päästöjen vähentämistä voidaan tehdä mm. seuraavilla tavoilla:

- ✓ Siltojen ja tukimuurien kokonaismäärän minimointi
- ✓ Siltojen ja tukimuurien rakenneratkaisuissa minimoidaan betonin käyttö ja tutkitaan muiden vähempipäästöisten materiaalien käyttämistä

Raitiotien rakenteiden osalta päästöjen vähentämistä voidaan tehdä mm. seuraavilla tavoilla:

- ✓ Raitiotien rakenneratkaisun valinta (kiintoraide tai tukikerroksellinen)
- ✓ Kiintoraiteellisessa ratkaisussa betonin käytön minimointi ja korvaaminen muilla materiaaleilla
- ✓ Molemmissa ratkaisuissa betonimurskeen käyttö rakennekerroksissa

Hankkeen materiaalipäästöistä valtaosan muodostaa betoni, jonka osalta tulee jatkossa huomioida seuraavat asiat:

- ✓ Betonin määrään voidaan jonkin verran vaikuttaa edellä kuvatuilla tavoilla
- ✓ Vähäpäästöisen betonin käyttömahdollisuudet eri kohteissa selvitetään
- ✓ Betonirakenteiden tulee kestää niille suunniteltu käyttöikä, jotta rakenteita ei tarvitse uusia ennaikaisesti (elinkaariaikaiset päästöt)

4. Ylijäämämassojen hallinta ja massatasapaino keskeinen osa resurssitehokkuutta

Ylijäämämassojen hyötykäytön periaatteista päättäminen:

- ✓ Pitää päättää toimintamalli, kuinka massoja hallitaan toteutuslohkojen kesken. Keskustelevatko lohkot kaupungin muiden hankkeiden kanssa. Miten massojen välivarastointi voidaan järjestää? Miten ja missä massoja voidaan käsitellä? Nämä kysymykset pitää ratkaista jo suunnitteluvaiheessa.
- ✓ Kun massojen hallinnan periaatteet ovat selvillä, suunnittelun aikana kartoitetaan rakentamisessa syntyvät ja rakentamiseen tarvittavat massat. Massalaskentaa tehdään myös rakennustyön aikana.
- ✓ Suunnittelun aikana kartoitetaan hyötykäyttömahdollisuudet hankkeen sisältä ja sen lähialueelta. Kartoitetaan tarve ja mahdollisuudet välivarastointiin. Hankitaan tarvittavat luvat riittävän ajoissa.
- ✓ Aikataulutetaan ja vaiheistetaan rakentamista aina kun se on mahdollista myös massatalouden näkökulmasta
- ✓ Tuotetaan massatalouden tilannekuva ja hyötykäyttösuunnitelma, jonka mukaan kuljetukset ja päästöt minimoidaan. Laaditaan kustannusarviot eri vaihtoehtojen vertailua varten

5. Purkubetonin käytön rajoitteiden ja mahdollisuuksien ennakointi

Betonimurskeen käytöllä on saavutettavissa merkittäviä hyötyjä sekä kustannussäästöinä että pienempinä CO₂-päästöinä. Betonimurskeen käyttöä suunniteltaessa pitää kuitenkin huomioida sen käyttöä rajoittavia tekijöitä ja luvittaminen. Betonimurskeen käytön suunnittelun periaatteet pitää tarkastaa suunnittelun aikana tilaajan kanssa.

Purkubetonin hyödyntämisen kannalta on keskeistä

- ✓ Purkukohteiden riittävän aikainen tunnistaminen ja kartoittaminen
- ✓ Purkubetonin varastointi- ja käsittelyalueiden hankkiminen etukäteen
- ✓ Tarvittavien lupien hankkiminen etukäteen
- ✓ Kustannusvaikutusten ja päästövaikutusten vertailu
- ✓ Tunnistaa ja huomioida materiaalien käytön rajoitukset

6. Urbaanin biodiversiteetin tukeminen resurssiviisaasti

Urbaania biodiversiteettiä tukevat ja vähähiiliset suunnitteluratkaisut

- ✓ Ekologisten verkostojen huomioiminen, kasvillisuuden sijoittelu, raiteiden ylitykset ja alitukset (erityisesti Vaaralan ja Fazerilan kohdalla)
- ✓ Hulevesien luonnonmukainen käsittely, ohjaaminen istutusalueiden kautta viivytysaltaisiin
- ✓ Luontoarvojen tarkempi selvittäminen suunnittelun edetessä ja huomioiminen esim. kierrätysmaiden välivarastojen sijoittelussa (esim. lahokaviosamalen alueille rakentaminen tai varastointi vaatii luvitusta)
- ✓ Pintamaiden hyödyntäminen kasvualustoissa
- ✓ Tuotteistetun kasvualustan määrän vähentäminen
- ✓ Tuotteistetuissa kasvualustoissa turpeen määrän vähentäminen
- ✓ Uusissa istutuksissa monimuotoisuutta edistävä, monilajinen ja kerroksellinen kasvillisuus sekä pölyttäjiä hyödyttävä kukkiva mesikasvillisuus
- ✓ Ylläpidon kannalta resurssiviisaat ratkaisut, vaihtoehtoiset kasvillisuusratkaisut toistuvasti leikattaville nurmipinnoille

7. Päästölaskenta suunnittelun aikana

Vähähiilinen rakentamissuunnittelu vaatii varhaista toimintaa

- ✓ Mahdollisuudet vähentää päästöjä vähentyvät projektin edetessä ja vastaavasti muutosten kustannukset nousevat.
- ✓ Elinkaariajattelun tulee olla osa suunnittelua mahdollisimman aikaisesta vaiheesta lähtien, jotta materiaalien ja rahan tuhlaukselta voidaan välttyä.

Suunnittelun aikaisen päästölaskennan tavoitteena on muun muassa:

- ✓ Merkittävimpien päästölähteiden tunnistaminen
- ✓ Päästöjen muodostumisen periaatteen ymmärtäminen
- ✓ Päästövähennyskeinojen varhainen löytäminen

Muu resurssiviisauden tulosten seuranta

Resurssiviisauden ratkaisut tehdään suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa, mutta niiden toteuttaminen on dokumentoida ja mallintaa. Vaihtoehtoina on sertifiointien hyödyntäminen, BREEAM C, CEEQUAL tai vaihtoehtoisesti oman ympäristökäsikirjan ja resurssiviisauden seurantaohjelman laatiminen.

Suositellaan alustavan arvioinnin tekemistä ja sen pohjalta päätöstä käynnistettäisiinkö varsinainen sertifiointiprosessi.