

TURUN SKANSSIN KESKUSPUISTO

Keskuspuiston CO₂-
päästölaskenta, massataseen
arviointi ja hyötykäytön
suunnittelu

Loppuraportti

Ramboll Finland Oy

11.11.2019

Saila Pahkakangas, Taavi Dettenborn ja Heidi Järkkä

SISÄLTÖ

01 Hankkeen tausta

02 Alueen massatase

03 Päästölaskennan tulokset

04 Resurssiviisaat ratkaisut

05 Päästö- ja kustannussäästöt

06 Yhteenveto ja jatkosuunnittelu

LOPPURAPORTIN SISÄLTÖ

- Tämä loppuraportti käsittelee Turun Skanssin Keskuspuiston CO₂-päästölaskentaa, massataseen arviointia sekä niiden pohjalta tehtyjä resurssiviisaita tarkasteluita ja vaihtoehtoja puiston rakentamiseen
- Projektiin sisältyi myös erillisen tarjouksen mukaisesti tehty PIMA-selvitys, joka on toimitettu aiemmin ja liitetty myös tämän loppuraportin liitteeksi
- Esiteltävän loppuraportin pohjana ja liitteenä ovat seuraavat tarkastelut:
 - LIITE 1. Turun Skanssin Keskuspuiston, CO₂-päästölaskenta
 - LIITE 2. CO₂-päästölaskennan tulosten yhteenvetoraportti
 - LIITE 3. Stabiloinnin sideainekehitys, Circvol 6aika
 - LIITE 4. Tukimuurin kustannustehokkaat ja resurssiviisaat vaihtoehdot
 - LIITE 5. Skanssin keskuspuiston PIMA-selvitys

Maapallon resurssit käytettiin vuoden 2019 osalta loppuun 29.7.
Jos kaikki kuluttaisivat kuten me suomalaiset,
resurssit loppuisivat jo huhtikuussa.

**Hiilineutraali
Suomi
2035**



**Kiertotalouden
kärkimaa
2025**

HIILINEUTRAALI TURKU 2029

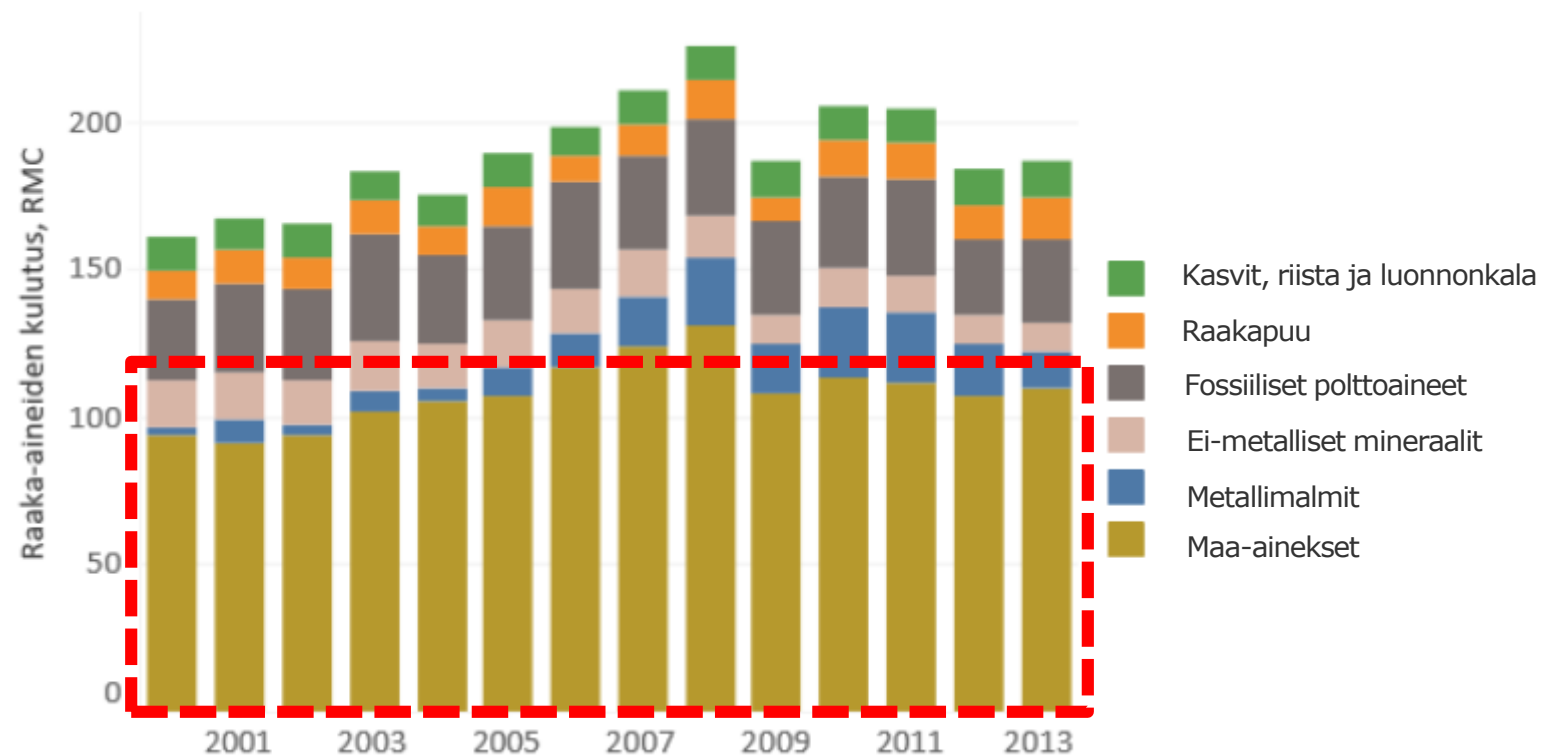
- Hallitusohjelma 2019: *”Suomi on hiilineutraali vuonna 2035 ja hiilinegatiivinen nopeasti sen jälkeen. Tämä tehdään nopeuttamalla päästövähennystoimia ja vahvistamalla hiilinieluja”*.
- Turun kaupungin ilmastosuunnitelma linjaa kaupunkialueen hiilineutraaliuden tavoitevuodeksi 2029¹
- Yksi ilmastotavoitteen osatavoite, on saavuttaa kestävä ja vähähiilinen yhdyskuntarakenne ja -kehitys
- Strategiassa alleviivataan painottamaan investointien ja hankintojen ilmasto-, ympäristö- ja elinkaarivaikutuksia
- *Skanssin alueelliset tavoitteet kytkeytyvät Turun ilmastosuunnitelmiin:*
 - *Hiilijalanjäljen minimointi kaikessa toiminnassa*
 - *Elinkaariajattelu mukana kaikessa kustannustarkastelussa*

RAAKA-AINEIDEN KOKONAISKULUTUS SUOMESSA V. 2000-2013

Maa-aineksia käytetään vuosittain noin 100 miljoonaa tonnia muun muassa teiden sekä muun infrastruktuurin ja rakentamisen tarpeisiin.

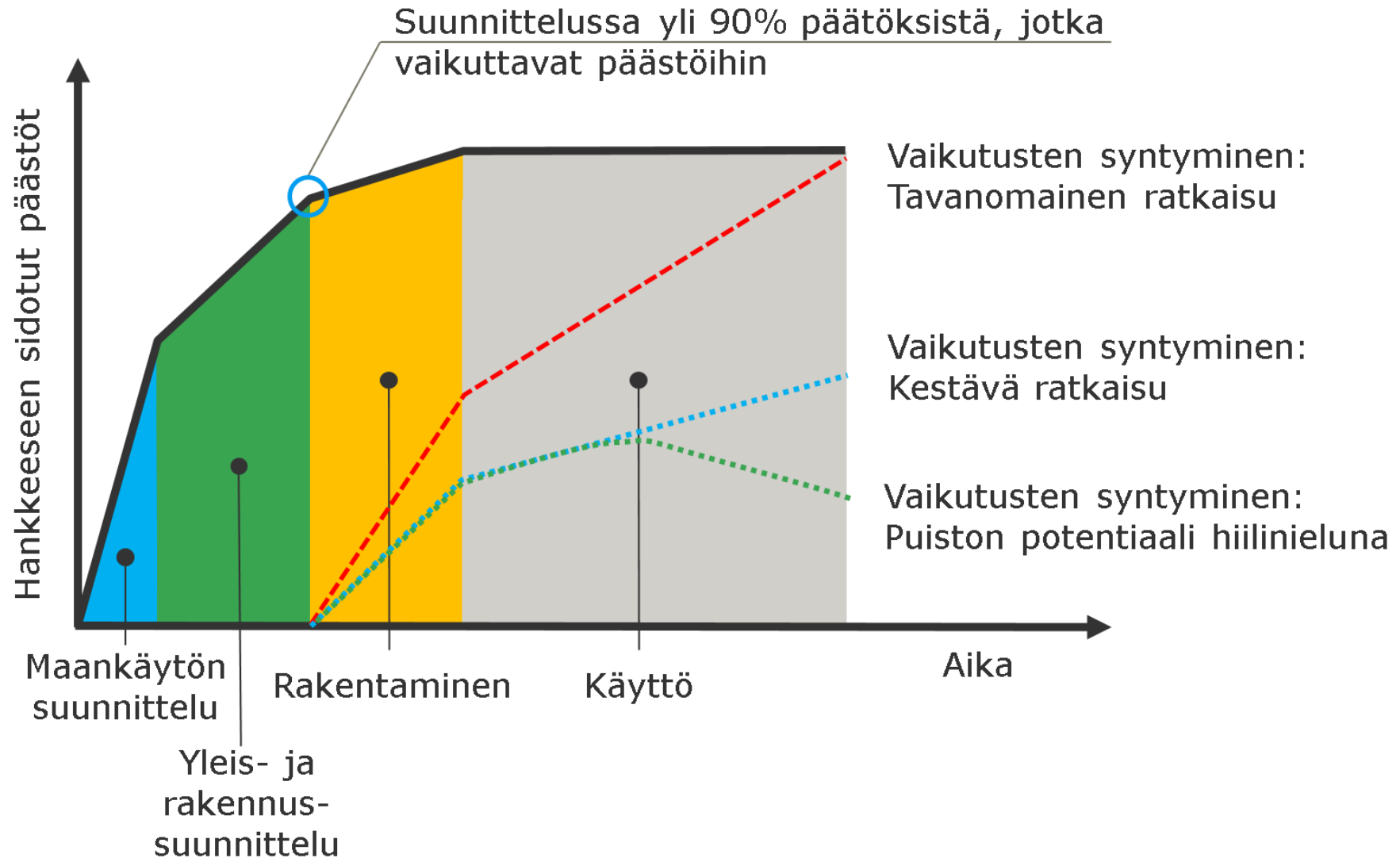
Viisaat raaka-ainevalinnat ja resurssitehokkaat ratkaisut vähentävät maankäyttöön, veteen, energiaan ja muihin luonnonvaroihin kohdistuvaa kulutustarvetta.

→ MAA-AINESTEN KÄYTTÖ YLI 50 %



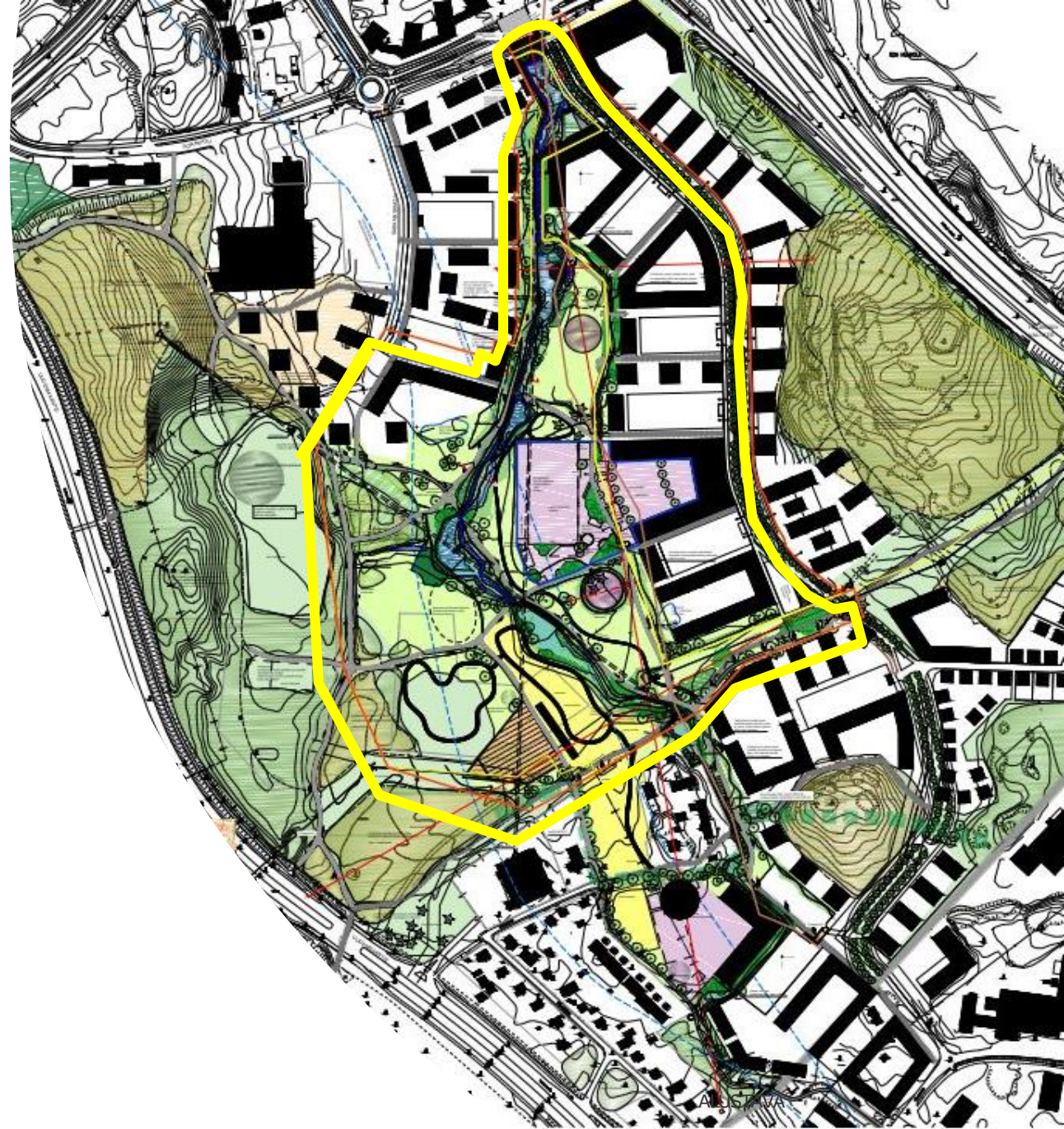
Raaka-aineiden kokonaiskulutus materiaaleittain jaoteltuna. Sisältää kotimaisten raaka-aineiden käyttöönoton lisäksi myös raaka-aineiden tuonnin ja viennin. Lähde: Valtioneuvoston kanslia, Vihreän kasvun sekä materiaali- ja resurssitehokkuuden avainindikaattorit (ViReAvain 2016).

PERIAATEKUVA YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN SYNTYMISESTÄ JA NIIDEN PÄÄTÖKSENTEKOVAIHEESTA



TARKASTELTAVA SUUNNITTELUALUE

- Keskuspuisto rakennetaan osaksi uutta Skanssin kaupunginosaa
- Sijaitsee Skanssin keskuspuiston ja Itä-Skanssin kaava-alueella
- Rakennusalue on savinen peltomaa



KESKUSPUISTON MASSATASE, EI SIS. KIVIAINEKSIA

Puiston massatase		
Puistossa muodostuu maata	29 555	m ³ ktr
Merkitty läjitykseen meneväksi	- 12 109	m ³ ktr
Alueen maa-ainestarve	- 38 195	m ³ ktr
Paikalla tehtävät kasvualustat	- 1 923	m ³ ktr
Tase	- 22 672	m ³ ktr
	- 38 089	m ³ itd
Tuotteistetut kasvualustat	6 732	m ³ ktr
Joista mahdollista tehdä paikan päällä*	5 606	m ³ ktr

Vallikadun ja Itäkaaren massatase		
Kaduilla muodostuu maata	24 848	m ³ ktr
Merkitty läjitykseen meneväksi	- 2 494	m ³ ktr
Alueen maa-ainestarve	- 3 086	m ³ ktr
Tase	19 269	m ³ ktr
	32 371	m ³ itd

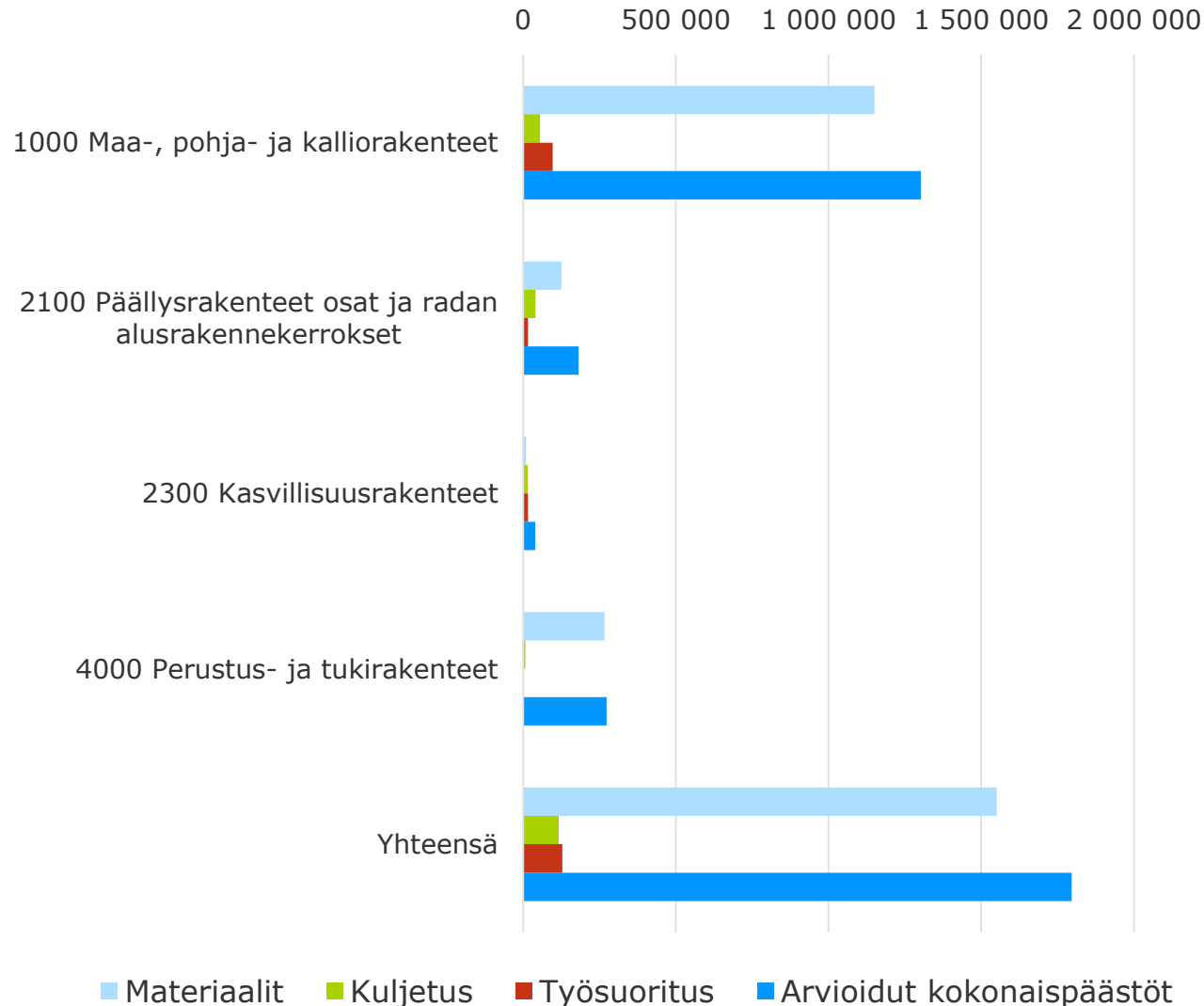
* Sis. Vaatimattomat kasvualustat

Alueen massatase on alijäämäinen

- - 38 100 m³itd + 32 400 m³itd = - **5 700 m³itd**
- Massavajetta on mahdollista paikata läjitykseen menevillä massoilla, yht. 16 000 m³itd (14 600 m³ktr)
- Potentiaalisia paikalla tehtäväksi vaihdettavia tuotteistettuja kasvualustoja on 5 600 m³ktr

YHTEENVETO PÄÄSTÖLASKENNASTA

Arvioidut kokonaispäästöt kg CO₂ ekv.



- Rakennussuunnitelmaan pohjautuva päästölaskenta on tämän loppuraportin liitteenä 1 sekä tulosraportti liitteenä 2
- Laskennassa huomioitiin InfraRYL-nimikkeistön mukaisesti seuraavat sarjat: 1000 maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 2100 pinta- ja päällysrakenteet sekä radan alusrakennekerrokset, 2300 kasvillisuusrakenteet sekä sarjasta 4100 tukimuurin ja padon rakenteet
- Hankkeen arvioidut kokonaispäästöt ovat 1 796 000 kg CO₂ ekv.
- Merkittävimmät päästölähteet ovat pilaristabilointi sekä betoniset ja teräksiset rakenteet

TARKASTELLUT RESURSSIVIISAAT RATKAISUT SKANSSIN KESKUSPUISTOSSA

- Massojen hyötykäyttö
- Täyttökumpare
- Uusiomateriaalit ja vähäpäästöiset materiaalit
- Pilaristabiloinnin vaihtoehdot
- Vähäpäästöiset rakennevaihtoehdot
- Kustannussäästöt



RESURSSIVIISAAT RATKAISUT – SIJAINNIT PUISTOSSA

Resurssiviisaat ratkaisut

- Tukimuurin korvaaminen geotekstiili- tai kiviakorirakenteella
- Pilaristabiloinnin vähäpäästöiset vaihtoehdot
- Betonisten patojen korvaaminen esim. settipadoilla
- Kaivumassojen hyödyntäminen alueen sisällä
 - Sis. Uomasta kaivettu, stabiloitu liejusavi
- Täyttökumpareen rakentaminen paikallisilla ja ulkopuolisilla ylijäämämailla

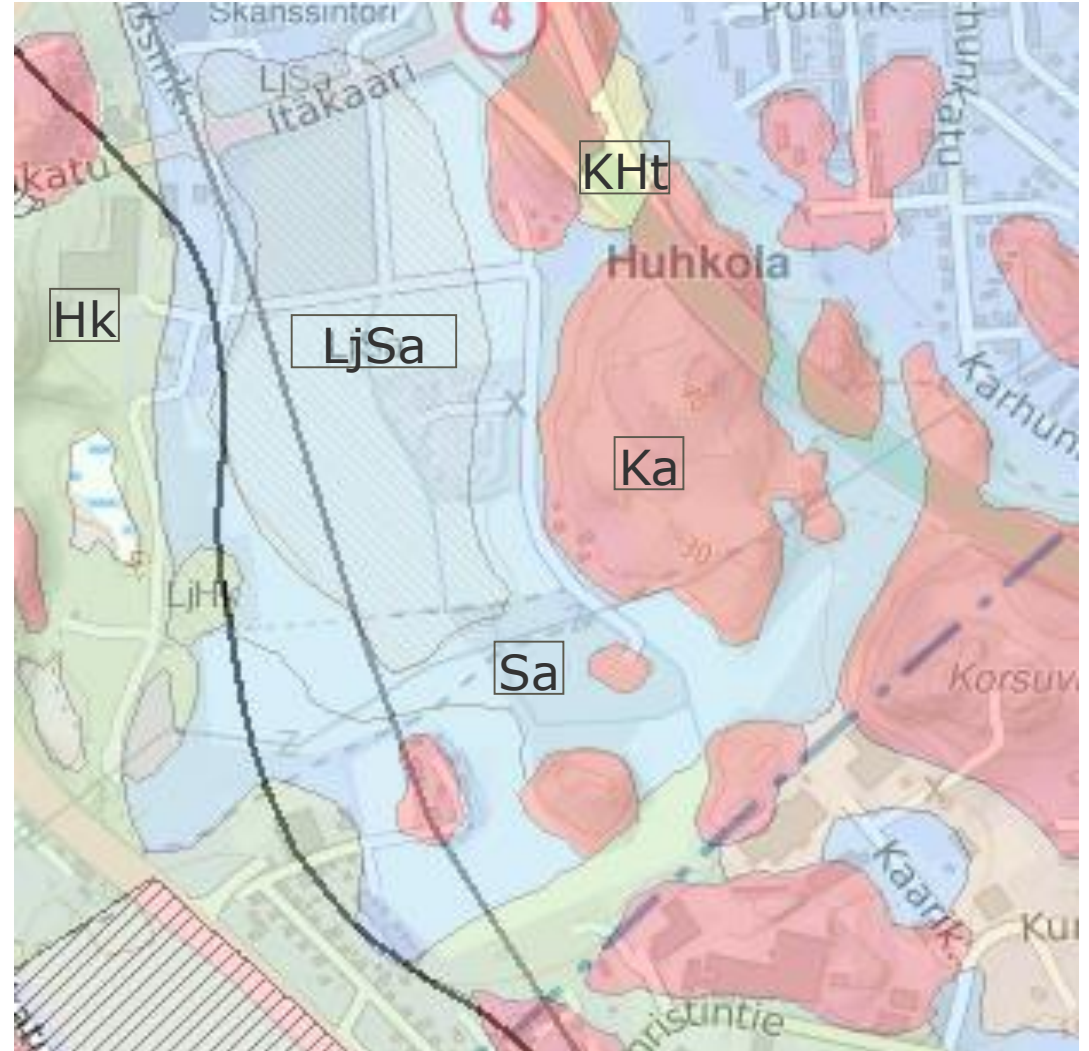
Puiston laajuisia

- Tuotteistettujen kasvialustojen korvaaminen paikalla tehtävillä
- Rakennekerrosmateriaalien korvaaminen osittain uusiomateriaaleilla
- Teräspaalujen korvaaminen G-paaluilla

Oheisessa kartassa on esitetty keltaisin kuvioin Skanssin Keskuspuiston alueella tehtyjen resurssiviisaiden vaihtoehtojen suurpiirteinen sijainti. Resurssiviisaita vaihtoehtoja tarkasteltiin myös koko Keskuspuiston alueella kasvialustojen, uusiomateriaalien ja pohjanvahvistusten osalta.

RESURSSIVIISAAT RATKAISUT – MASSOJEN HYÖTYKÄYTTÖ

- Massojen hyötykäyttö
 - Päästöt vähenevät pienempien kuljetusten myötä
 - Vaikutus kaupungin hiilitaseeseen
 - Kehittää kaupungin maa-ainesten hallintaa ja toimii kokemuksena vastaaville projekteille
- Läjitetäväksi merkityt maamassat ovat rakennettavuudeltaan heikkolaatuisia maita, kuten liejusavea, savea ja pintamaita.
- Miten massoja voidaan hyödyntää ja/tai välttää läjittämästä?
 - Liejusaven stabilointi mahdollistaisi stabiloitavan maan hyötykäytön esimerkiksi luiskissa
 - Tuotteistettujen kasvualustojen korvaaminen paikallisilla materiaaleilla
 - Massoja voidaan hyödyntää täyttökumpareissa



Skanssin keskuspuiston alueen maaperäkartta

RESURSSIVIISAAT RATKAISUT – MASSOJEN HYÖTYKÄYTTÖ, VÄLIVARASTOINTIALUE

- Massojen jalostus ja hyödyntäminen Keskuspuiston alueella edellyttää välivarastointialueen perustamista
- Välivarastointialueen edellytyksiä
 - Kaupungin omistama
 - Kantavuudeltaan ja stabiliteetiltaan riittävä massojen varastointiin
 - Puhdas pintamaa
 - Riittävä tila ja järkevä sijainti toimintoja ajatellen
- Em. kriteerit huomioon ottaen välivarastointialueeksi voisi soveltua keskuspuiston alueella oleva varastointialue
 - Todennäköisesti valmiiksi kantavuudeltaan riittävä
 - Koko n. 20 h ja sijainti hyvä
 - Kentällä on havaittu pilaantuneita maita, joten varastointi edellyttää pintamaan puhdistamista tai varastoivien massojen suojaamista esimerkiksi suodatinkankaalla



Alueella sijaitseva varastointikenttä on alustavien arvioiden mukaan soveltuva välivarastointialueeksi

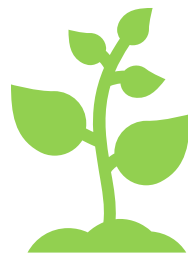
RESURSSIVIISAAT RATKAISUT - KASVUALUSTAT

- Hankkeelle on merkitty tehtäväksi 8 480 m³rtr kasvualustoja, joista alustavan suunnitelman mukaan 6 732 m³rtr on tuotteistettua ja 1 748 m³rtr paikalla tehtävää.
- Paikalla tehtävillä kasvualustoilla voidaan korvata ns. vaatimattomia kasvualustoja → Tuotteistetuista kasvualustoista 5 096 m³rtr on mahdollista vaihtaa paikalla tehtäviksi
- Kasvualustojen tekeminen paikalla on tuotteistettuja kasvualustoja päästöintensiivisempää (2,5 vs. 4,5 kg CO₂/tn), mutta edullisempää
 - **Syntyvät päästöt olisivat 12 800 kg CO₂ ekv. korkeammat, kustannussäästö 63 700 €**
- Paikalla tekeminen hyödyttää alueellista massatasapainoa ja vähentää tuotteistettujen materiaalien kuljettamisesta koituvia ympäristöhaittoja
- Kokemus kasvualustojen valmistamisen ilmastovaikutuksista on vielä vähäistä. Paikalla valmistamisen päästöihin voidaan vaikuttaa valitsemalla helposti käsiteltäviä massoja. Tässä laskelmassa käytetyt päästötiedot perustuvat aiemman pilottiprojektin tuloksiin.
- Skanssin peltoalueen pintamaan kääntäminen ennen rakentamisen aloittamista lisäisi pintamaan homogeenisyyttä vähentäen juuripaakkujen yms seulontaa hankaloittavien kappaleiden määrää

ESIMERKKEJÄ UUSIOKASVUALUSTOJEN RESEPTTEISTÄ

Pintakerros

- Kuorittu pintamaa, 4 osaa
- Hiekka, 4 osaa
- Savinen maa, 3 osaa
- Komposti, 1 osaa



Täyttö/pohjakerros

- Hiekoitussepele, 3 osaa
- Savinen maa, 1 osa



Reseptit laaditaan
käytössä olevista
raaka-aineista.



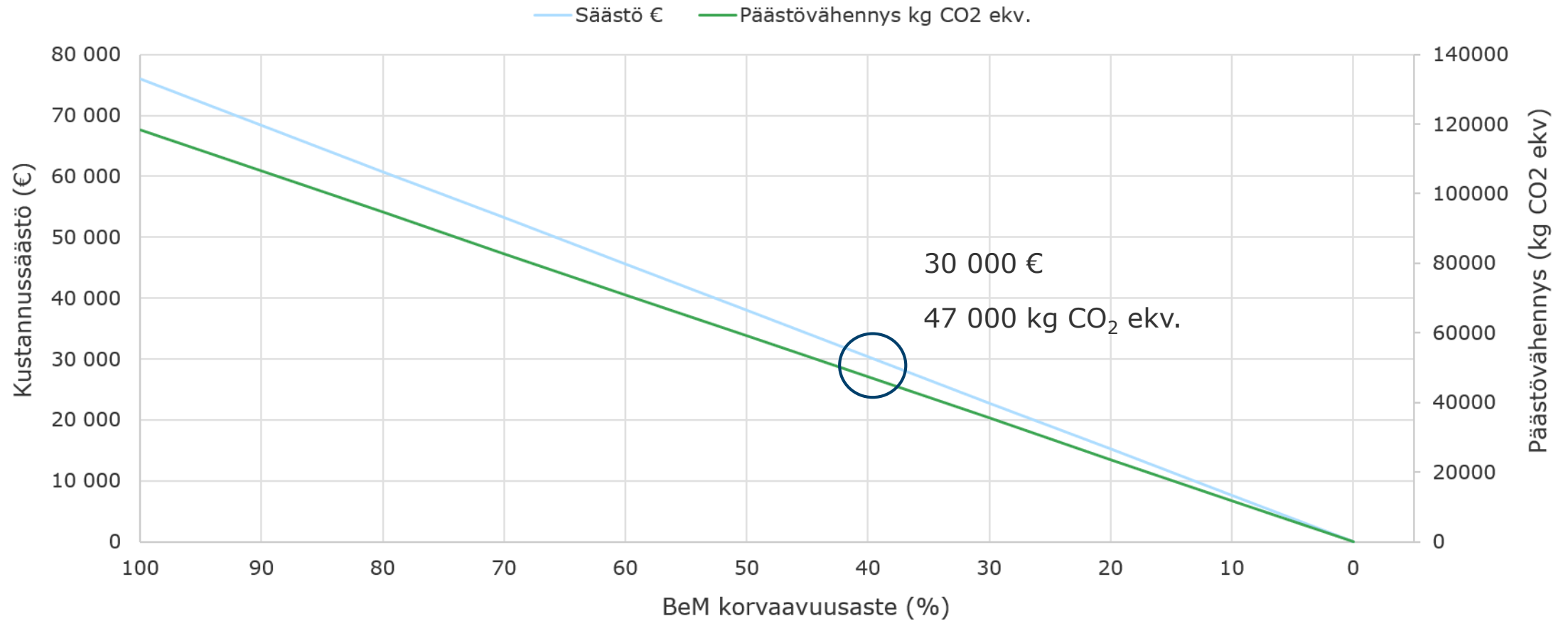
RESURSSIVIISAAT RATKAISUT - UUSIOMATERIAALIT

- Neitseellisten rakennusmateriaalien (hiekkä ja kiviaines) korvaaminen uusiomateriaaleilla on suoraviivainen keino vähentää päästöjä
- Uusiomateriaalien käyttö puistossa on mahdollista, huomioiden seuraavat asiat
 - MARA-asetuksen mukaista käyttöä rajoittaa pohjavesialue
 - Jaaninojan vaikutus hyödyntämiseen
 - Pohjavedenpinnan sijainti tarkistettava ajantasaiseksi
- Jätepohjaisia sideaineita on mahdollista hyödyntää seuraavissa kohteissa
 - Kontregardin puiston pilaristabilointi
 - Hulevesiuoman liejusaven massastabilointi: liejuinen savi ei ole sellaisenaan käyttökelpoista, mutta stabiloituna toimii esimerkiksi täyttömateriaalina
 - Edellyttää stabiloitavuuskokeita (3-4 kk arvio kokeiden kestolle)
- Liitteenä 3 on 6aika hankkeen tiivistelmä meneillään olevasta stabilointihankkeesta



Pohjaveden muodostumisalueen raja Skanssin suunnittelualueella

MALLI UUSIOMATERIAALIEN HYÖDYNTÄMISEN VAIKUTUKSESTA HANKKEEN KUSTANNUS- JA PÄÄSTÖTASEESEEN



PILARISTABILOINNIN VÄHÄPÄÄSTÖISET VAIHTOEHDOT

- Päästölaskennan tulosten perusteella Kontregardin puiston pilaristabilointi on selkeästi korkeapäästöisin rakennustoimenpide (45 % kokonaispäästöistä)
 - Korkeat päästöt aiheutuvat sideaineiden (kalkki + sementti) korkeista päästöarvoista
 - Syvästabiloinnin päästöihin voidaan vaikuttaa hyödyntämällä jätepohjaisia ja/tai ympäristöystävällisiä sideaineita
 - Erilaiset tuhkat ja kuonat
 - Seossementti CEII on päästöystävällinen vaihtoehto sideainemateriaalina, sis. kierrätysmateriaaleja.
 - Pilaristabiloinnille voidaan myös esittää vaihtoehtoisia ratkaisuja, esimerkiksi kevennysrakenne tai pilaristabiloinnin ja kevennysrakenteen yhdistelmä
- Molemmat vaihtoehdot mahdollistavat pilaristabilointimäärän pienentämisen
- Jos pilaristabiloinnin sideaineoptimoinnilla saavutetaan 10 % päästövähennys, vastaa se **81 000 kg CO₂ ekv.** päästösäästöjä

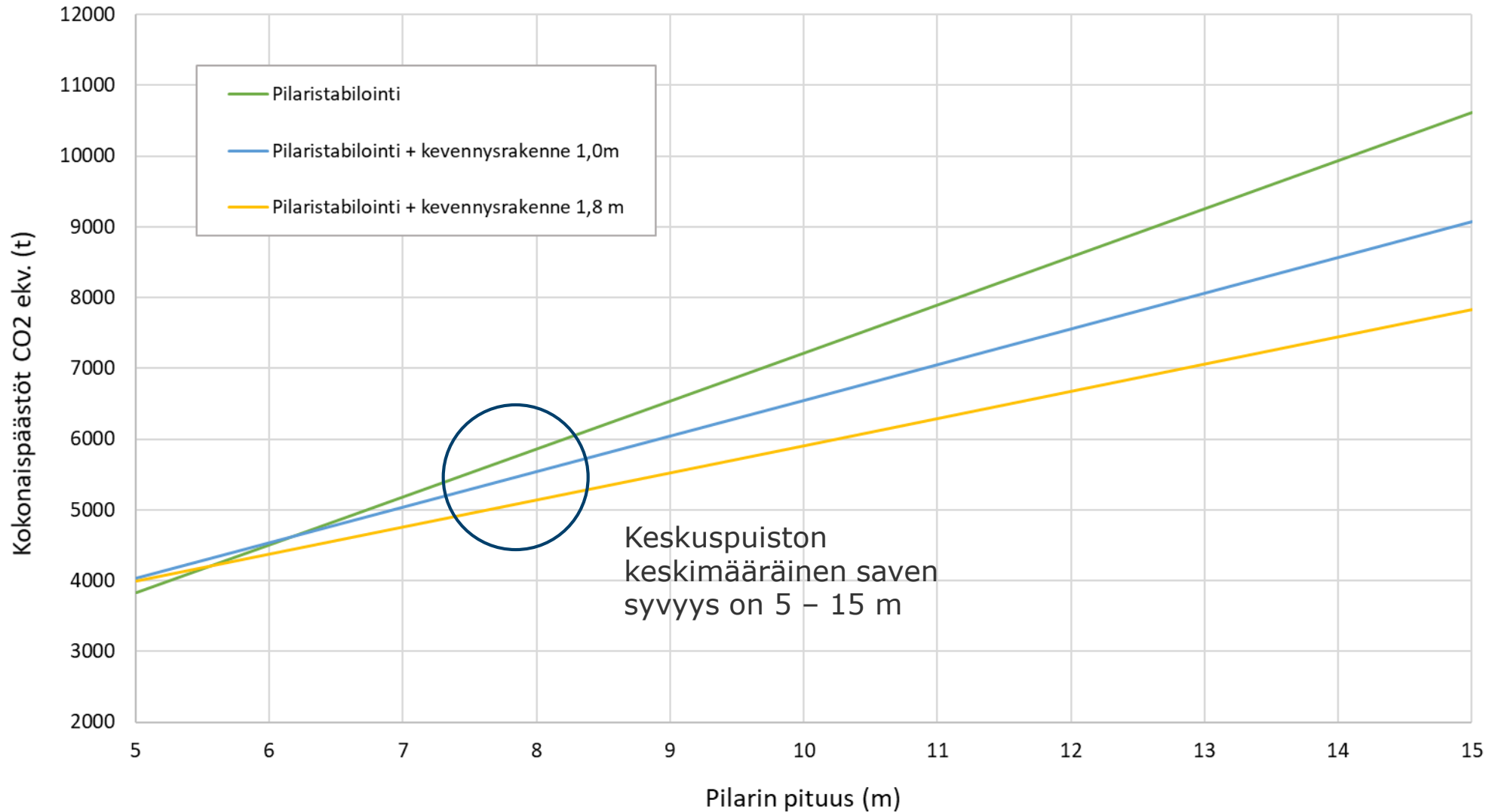


Pohjatuhka (kivih.)



Lentotuhka (kivih.)

ESIMERKKI KEVENNYSMATERIAALIN VAIKUTUKSESTA TIEN PERUSTAMISEN PÄÄSTÖIHIN



RESURSSIVIISAAT RATKAISUT – VÄHÄPÄÄSTÖISET MATERIAALIT

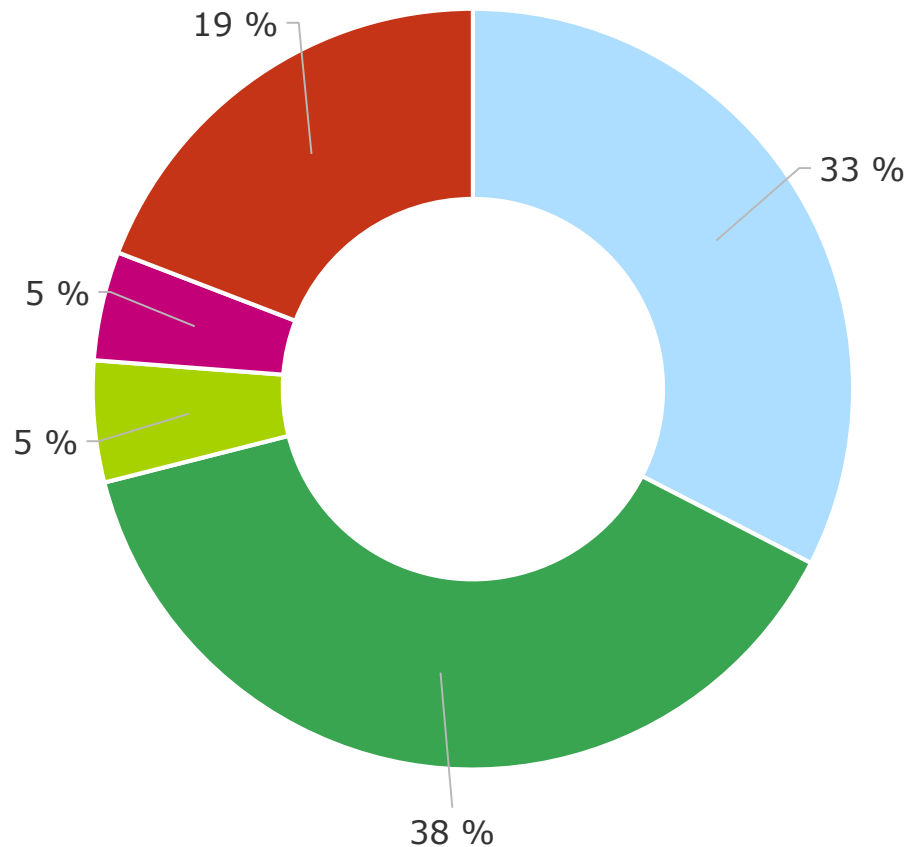
- Taitorakenteiden kantaviksi pohjarakenteiksi suunnitellut teräspaalut ovat päästöintensiivisiä rakennusmateriaaleja
- Teräspaaluille on kehitetty vähäpäästöisiä vaihtoehtoja, mm. pallografiittirautainen lyöntipaalu eli ns. "G-paalu" <https://www.solcon.fi/tuotteet/trm-lyontipaalut/>
 - Valmistettu 100 % kierrätetystä materiaalista
 - Päästöarvo on lähes kolme kertaa (0,94 vs. 2,47 kg CO₂ ekv. / kg) alhaisempi kuin ns. perinteisellä teräspaalulla
- Korvaamalla kaikki teräspaalut kierrätysmateriaalista valmistetuilla G-paaluilla olisi saavutettava päästösäästö
 - **95 500 kg CO₂ ekv.**
 - G-paalut valmistetaan Itävallassa, laskelmassa on huomioitu pidempi kuljetusmatka

RESURSSIVIISAAT RATKAISUT – VÄHÄPÄÄSTÖISET TAITORAKENTEET

- Betoniset ja teräksiset taitorakenteet vastaavat 31 % hankkeessa muodostuvista päästöistä
- Hulevesiuoman padoille sekä hulevesialtaan ympärille suunnitellulle tukimuurille etsittiin vaihtoehtoisia, kustannustehokkaita ja vähäpäästöisiä ratkaisuja
 - Betoniset hulevesipadot on mahdollista korvata esimerkiksi puisilla settipadoilla
 - Tukimuuri voidaan korvata geotekstiilirakenteella tai kivikoriratkaisulla.
 - Myös tukimuurin vaihtoehtoiset ratkaisut edellyttävät pohjanvahvistusta, esimerkiksi pilaristabilointia
 - **Vaihtoehtoiset rakenteet on esitetty yksityiskohtaisemmin liitteessä 4.**
- Lisäksi pohdittiin mahdollisuutta korvata tukimuurien teräspalkkipaalut puupaaluilla
 - Ratkaisu on kuitenkin todettu hankalaksi alueella, mutta vastaavissa kohteissa harkitsemisen arvoinen perustamistapa
 - Puu rakentamismateriaalina on ilmastoystävällinen: kuutio puuta sitoo 500 kg CO₂:ta

POTENTIAALISET PÄÄSTÖSÄÄSTÖT

- Pilaristabilointi
- Teräspaalut
- Kasvualustat
- Täyttömäki
- Rakennekerrokset



- Suurimmat päästösäästöt on mahdollista saavuttaa teräspaalutusta ja pilaristabilointia optimoimalla.
- Laskelmassa ei ole huomioitu tukimuurin vaihtoehtoisia rakenteita.
- Vaihtoehtoisella tukimuurin rakenteella on pohjanvahvistustoimenpiteistä riippuen mahdollista saavuttaa jopa merkittävä päästösäästö.

POTENTIALISTEN PÄÄSTÖSÄÄSTÖJEN SUHTEUTUS

Rakennusosa	Resurssiviisas ratkaisu ja tavoite	Päästövähennys kg CO ₂ ekv.	Kustannussäästö €
Teräspaalut	Vaihdetaan kaikki teräspaalut G-paaluihin	95 457	0
Pilaristabilointi	Jätepohjaisia sideaineita hyödyntämällä saavutetaan 10 % päästövähennys	80 756	N.E.
Rakennekerrokset	Korvataan rakennekerrosten materiaaleista 40 % betonimurskalla	47 500	30 000
Täyttökumpare	Rakennetaan kaikista alueella syntyvistä massoista täyttökumpare, ei viedä mitään läjitykseen	11 500	N.E.
Kasvualustat	Vaihdetaan 5 600 m ³ kasvualustoja paikalla tehtäviin	+ 12 800	63 689
YHTEENSÄ		222 413	93 689



159 kaksion vuotuinen sähkönkulutus



188 edestakaista matkaa Hanko-Utsjoki



47 500 työpaikkalounasta



9 Thaimaan matkaa



POTENTIAALINEN HIILIKÄDENJÄLKI



Sitra

"Hiilikädenjälki on konsepti, joka kuvaa tuotteen, prosessin tai palvelun ilmastohyötyjä (päästövähennyspotentiaalia) sen käyttäjälle.

Erona hiilijalanjälkeen, hiilikädenjälki korostaa myönteisiä vaikutuksia tulevaisuudessa, kun taas hiilijalanjälki keskittyy kielteisiin päästövaikutuksiin nyt. "

Tässä selvityksessä esiteltyjen pohja- ja maarakentamisen resurssiviisaiden ratkaisujen avulla on mahdollista saavuttaa jopa **222 500 kg CO₂ ekv.** päästövähennys ja **93 700 €** kustannussäästö

Tämä vähennys kokonaisuudessaan vastaa **59 000 edestakaista autolla tehtävää työmatkaa** (suomalaisten keskimääräinen työmatka v. 2018 oli 14 km <https://findikaattori.fi/fi/70>)

Jos korvataan päästöintensiiviset taitorakenteet, kuten **tukimuuri**, kokonaan tai osittain kevyemmällä ratkaisulla, on **tavoiteltava hiilikädenjälki suurempi.**

RESURSSIVIISAAT RATKAISUT - KUSTANNUSSÄÄSTÖT

- Usein resurssiviisaat ratkaisut ovat ystävällisiä myös projektin budjetille
- Saavutettava kustannussäästö riippuu sovellettavasta rakenneosasta tai toimenpiteestä
 - Massojen hyötykäytöllä säästetään kuljetus- ja materiaalikustannuksissa sekä vastaanottomaksuissa
 - Teräs- ja betonirakenteet ovat sekä päästö- että kustannusintensiivisiä
 - Uusiomateriaalit ovat yleensä edullisempia kuin vastaavat "perinteiset" materiaalit, esimerkiksi BeM on n. neljäsosan edullisempi kuin vastaava KaM
- Joiltain osin resurssiviisaat ratkaisut ovat kalliimpia kuin ns. perinteinen rakentaminen: joissain tapauksissa työvaiheet, asentaminen ja esimerkiksi rakenteen epätyyppillisuus nostavat rakenneosan hintaa



JATKOSUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVIA ASIOITA

- Välivarastointialueen osoittaminen
- Täyttökumpareen reunaehtojen määrittäminen
- Liejusaven stabilointi ja pilaristabiloinnin sideainekehitys
- Hankkeen erityispiirteet rakentamisen valmistelussa
 - Esimerkiksi urakkamuoto
- Mahdollinen ympäristöluvitus
- Alueen ulkopuolelta saatavilla olevien massojen määrä ja laatu



