

# Uusiomaarakentamisen ympäristövaikutusindikaattorit ja päästölaskenta tie- ja katurakentamisessa

Pohjanvahvistuspäivä 22.8.2019  
Tuuli Teittinen

## **Diplomityö: Uusiomaarakentamisen ympäristövaikutusindikaattorit ja päästölaskenta tie- ja katurakentamisessa**

- Tilaaaja YGOFORUM
- Rahoittajat
  - YGOFORUM, Ramboll, Liikennevirasto, YM, Helsingin kaupunki
  - Työn toteutus VTT:llä
- Ohjausryhmä koostui rahoittajien edustajista
- Työn ohjaajat: Malin zu Castell-Rudenhause (VTT) ja Taavi Dettenborn (Ramboll), valvoja: Jaana Sorvari (Aalto)
- Työ valmistui helmikuussa 2019

## Esityksen sisältö

- Johdanto
  - Uusiomateriaalit tie- ja katurakentamisessa
  - Päästölaskenta
- Diplomityön tavoite ja tutkimuskysymykset
- Tutkimusaineisto ja menetelmät
- Tulokset
- Johtopäätökset

## Johdanto

- Päästöjen vähentäminen sekä luonnonvarojen kestävä käyttö ovat entistä tärkeämpiä teemoja myös infra-alalla.
- Yksi keino materiaalitehokkuuden edistämiseen infrarakentamisessa on lisääntyvä uusiomateriaalien käyttö luonnonmateriaalien korvaajina.
- Hankekohtaista päästölaskentaa voidaan käyttää apuna tunnistamaan ratkaisut, joilla saadaan aikaan päästövähennyksiä.
- Tällä hetkellä Suomessa ei kuitenkaan ole ohjeistusta siitä, miten infrahankkeiden päästölaskenta tulisi toteuttaa, esimerkiksi mitä indikaattoreita laskennassa tulee käyttää tai mitkä kaikki vaiheet päästölaskennassa tulee ottaa huomioon.

## Tie- ja katurakentaminen ja uusiomateriaalit

- Uusiomaarakentamisella tarkoitetaan uusiomateriaalien hyödyntämistä maarakentamisessa.
- Uusiomateriaalit ovat monenlaisia sekundäärisiä materiaaleja, joilla voidaan korvata luonnonkiviaineksia.
- Uusiomateriaalit voivat olla sivutuotteita (esim. kuonat), jätteitä (esim. betonimurske), kierrätystuotteita (esim. vaahtolasimurske) tai ylijäämämaita.



Kuvat:  
<https://www.rudus.fi/tuotteet/kierratys/betonimurske>  
<https://www.foamit.fi/tuotteet/foamit-tuotteet/>

## Päästölaskenta

- Infrarakentamisen elinkaariarviointia tai muuta päästölaskentaa ei ole Suomessa tehty vielä kovin paljon.
  - Huomio lähinnä rakentamisvaiheen CO<sub>2</sub>-päästöissä
  - Eri ohjelmilla tehtyjen ja eri laskijoiden tekemien päästölaskentojen tuloksia on ollut hankala vertailla
- Uusiomateriaalien luoma haaste:
  - Huomioidaanko uusiomateriaalin ”valmistus” eli jäte- tai sivutuotemateriaalin prosessointi ennen hyötykäyttöä vai allokoitaanko se osaksi edellisen prosessin end-of-life -vaihetta?

## Kestävän rakentamisen standardit

- CEN/TC 350 Kestävän rakentamisen standardit
  - Rakennuksille ja rakennustuotteille
  - Tulossa uusi standardi infrahankkeille
- Standardien tavoitteena yhteisten pelisääntöjen luominen elinkaaripohjaiseen ympäristövaikutusarviointiin
- CEN/TC 350 -standardien käyttö ei kuitenkaan ole pakollista
- Standardit jättävät tulkinnanvaraa

*”Kierrätysmateriaaleja ja kierrätyspolttoaineita tuottavan järjestelmän ja niitä käyttävän järjestelmän välinen raja asetetaan siihen, missä edeltävän järjestelmän tuotokset, kuten esim. materiaalit, tuotteet, rakennusosat tai energia, saavuttavat end-of-waste -tilan.” (EN 15804 + A1)*

# Diplomityön tavoite ja tutkimuskysymykset

- **Otsikko: Uusiomaarakentamisen ympäristövaikutusindikaattorit ja päästölaskenta tie- ja katurakentamisessa**
- Diplomityön tarkoituksena oli tuottaa tietoa siitä, miten infrarakentamisen päästölaskentaa tulisi kehittää.
- Esimerkkikohteena tierakenne
- Tutkimuskysymykset:
  - Mitkä indikaattorit ovat tärkeimpiä infrarakentamisen ympäristökestävyysarvioinnissa?
  - Miten uusiomateriaalien käyttö vaikuttaa tiehankkeen rakentamisvaiheen CO<sub>2</sub>-päästöihin?
  - Miten se, mitkä kaikki uusiomateriaalien elinkaaren vaiheet otetaan huomioon päästölaskennassa, vaikuttaa päästölaskennan tuloksiin?



# Diplomityön tutkimusmenetelmät

- Asiantuntijahaastattelut
  - Infrarakentamisen päästölaskennan nykytila Suomessa, tärkeimmät ympäristökestävyysindikaattorit, uusiomateriaalien huomioiminen päästölaskennassa.
  - Haastateltiin yhteensä 7 asiantuntijaa.
- Päästölaskentaesimerkki MELI-ohjelmalla
  - Tarkoituksena vertailla perinteisten materiaalien ja uusiomateriaalien päästöjä ja tarkastella, miten uusiomateriaalien elinkaaren erilaiset rajausvaihtoehdot vaikuttavat tuloksiin.

The screenshot displays a software interface for calculating emissions from construction. It features a list of components with checkboxes and question marks, organized into hierarchical categories:

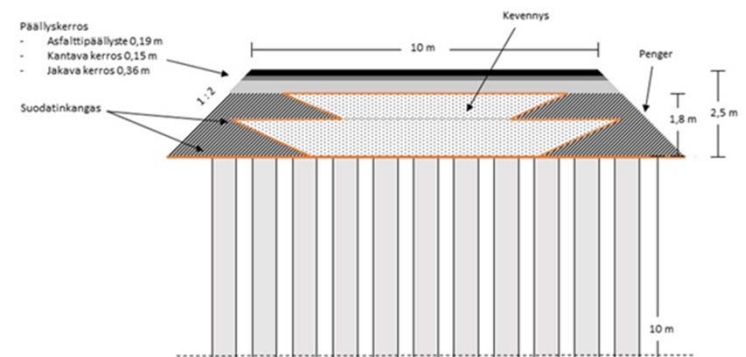
- 1100 Olevat rakenteet ja rakennusosat**
  - 1140-1150 Poistettavat ja siirrettävät maarakenteet ?
- 1300 Perusrakenteet**
  - 1320 Paaluperustukset**
    - 1321 Paalut ?
    - 1312/1322 Paalu- ja laattaperustukset ?
- 1400 Pohjarakenteet**
  - 1410 Vahvistetut maarakenteet**
    - 1411 Syvätyövytetyt maarakenteet ?
    - 1412 Liuskapystyöjitetut maarakenteet ?
    - 1413 Stabiilit maarakenteet ?
  - 1430 Kuivatusrakenteet**
    - 1431 Salaojaputket ?
- 1600 Maaleikkaukset ja -kaivannot**
  - 1610-1620 Maaleikkaukset ja -kaivannot**
    - 1611-1629 Kaivinkoneella suoritettavat maaleikkaukset ja kaivannot ?
- 1700 Kallioleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit**
  - 1710 Kallioleikkaukset**
    - 1710 Kallioleikkaukset ?
- 1800 Penkereet, maapadot ja täytöt**
  - 1810 Penkereet ?
  - 1830 Kaivantojen täytöt ?
- 2000 Päällyys- ja pintarakenteet**
  - 2100 Päällysrakenteen osat ja radan alusrakennekerrokset**
    - 2110 Suodatinrakenteet ?
    - 2120 Jakavat kerrokset, eristyskerrokset ja välikerrokset ?
    - 2130 Kantavat kerrokset ?
  - 2140 Päällysteet ja pintarakenteet**
    - 2141 Sidotut päällysrakenteet ?
    - 2144 Sitomattomat pintarakenteet ?

MELI-ohjelmassa päästöt lasketaan rakenneosakohtaisesti.

# Päästölaskentaesimerkki

- MELI-ohjelma
- Esimerkkikohteena tiepenger (pituus 1 km, leveys 10 m)
- Tarkasteltavat materiaalit:

Käyttökohde	Perinteinen materiaali	Uusio-materiaali
Pilaristabilointi	Sementti, kalkki	Lentotuhka
Penger	Kalliomurske	Betonimurske, pohjatuhka
Jakava kerros	Kalliomurske	Betonimurske
Kevennys	Kevytsora	Vahtolasimurske



## Toteutusvaihtoehdot

- Skenaario 1: pilaristabilointi
- Skenaario 2: pilaristabilointi + kevennys
- Skenaario 3: kantava maapohja, ei pilaristabilointia



# Tulokset

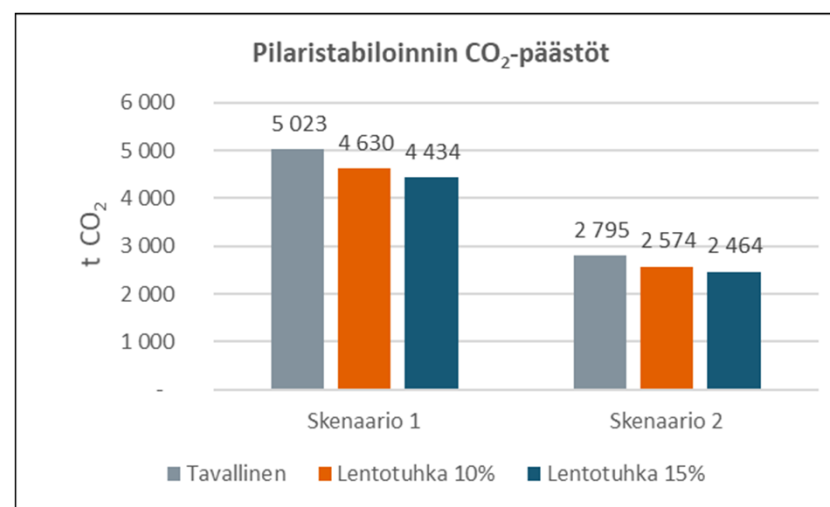
## Yhteenveto haastatteluista

- Päästölaskennan tulisi tulevaisuudessa olla normaali osa infrahankkeiden suunnittelua ja sitä tulisi tehdä jo suunnittelun varhaisista vaiheista lähtien.
- Kasvihuonekaasupäästöt tärkein ympäristövaikutusindikaattori
- Materiaalien käyttöä kuvaavat indikaattorit hyviä täydentäviä indikaattoreita
- Asiantuntijoilla ei ollut yhtenäistä käsitystä siitä, miten uusiomateriaalit tulisi rajata päästölaskentatarkasteluissa.
- Haastatelluista kolme oli ollut itse tekemässä päästölaskentaa, jossa oli huomioitu uusiomateriaaleja. Kaikissa näistä tapauksista uusiomateriaalit oli laskettu nollapäästöisinä.



## Laskentaesimerkin tulokset: lentotuhka pilaristabiloinnissa

- Pilaristabiloinnista aiheutuu suuret hiilidioksidipäästöt.
- Pilaristabiloinnin päästöjä voidaan vähentää korvaamalla osa sementistä lentotuhkalla.
- Kun pilaristabiloinnissa käytettiin lentotuhkaa 15 % sideaineen kokonaismäärästä, esimerkkihankkeen kokonaispäästöt vähenivät jopa 10 %.

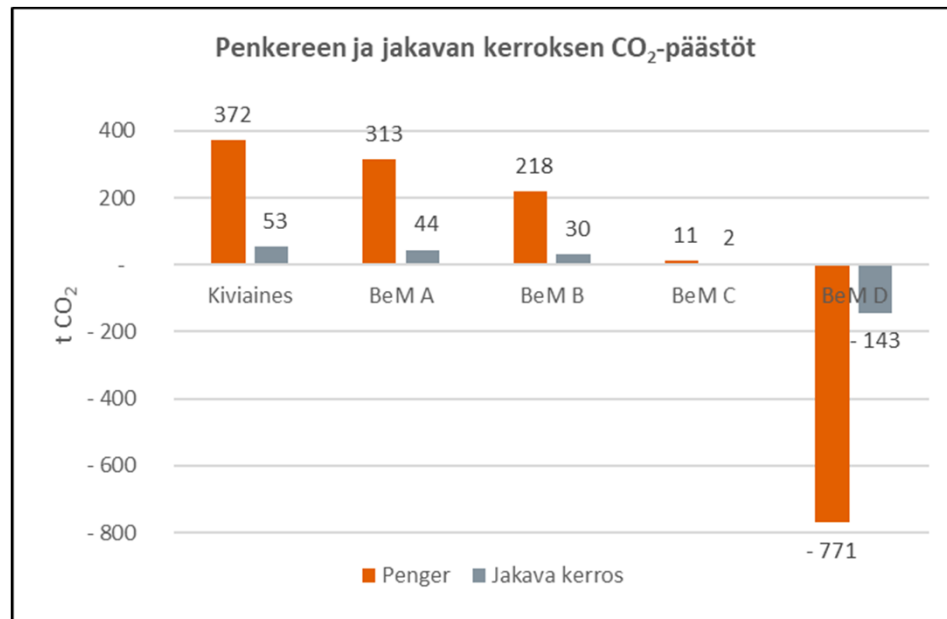


Skenaario 1: pilaristabilointi

Skenaario 2: pilaristabilointi + kevennys

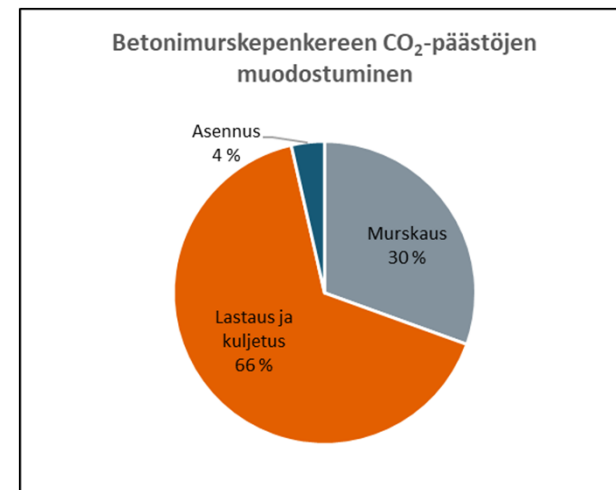
# Laskentaesimerkin tulokset: betonimurske kalliomurskeen korvaajana

Betonimurskeen rajausvaihtoehdot	
BeM A	Murskaus, kuljetukset, asennus
BeM B	Kuljetukset, asennus
BeM C	Asennus
BeM D	Kuljetukset, asennus, hiilen sidonta
Kiviaines	Louhinta, murskaus, kuljetukset, asennus



# Laskentaesimerkin tulokset: betonimurske kalliomurskeen korvaajana

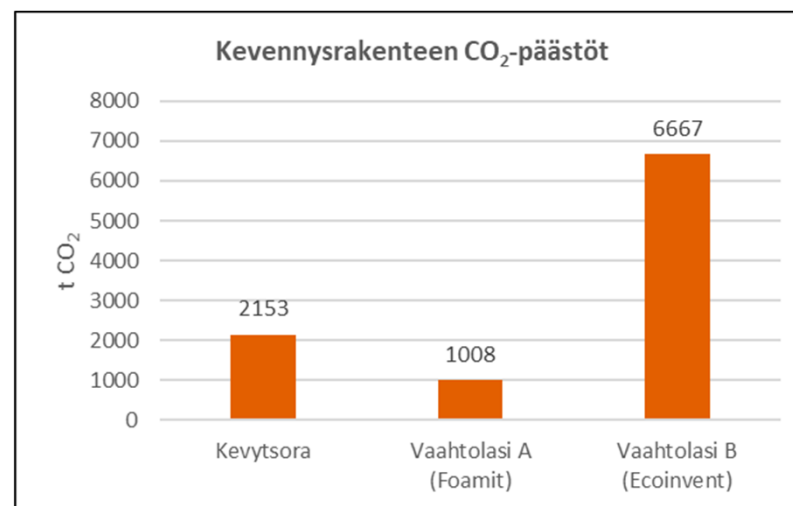
- Betonimurskeen osalta päästölaskennan tuloksiin vaikuttaa erityisesti se, huomioidaanko sen kyky sitoa hiilidioksidia.
  - > Rakenne voi näyttäytyä jopa hiilinieluna
- Infrarakentamisessa kuljetusten osuus päästöistä on suuri, sillä materiaalmäärät ovat suuria.



Betonimurskepenkerein CO<sub>2</sub>-päästöjen jakautuminen eri vaiheisiin (rajausvaihtoehto BeM A), kun kuljetusmatka on 20 km.

## Laskentaesimerkin tulokset: vaahtolasimurske kevennysrakenteessa

- Skenaariossa 2 vaahtolasimurskekevennyksen päästöt laskettiin käyttäen päästökertoimia kahdesta eri lähteestä.
- Vaahtolasimurskekevennyksen CO<sub>2</sub>-päästöt ovat hyvin eri suuruiset riippuen siitä, kumman lähteen päästökerrointa käytettiin.





## Johtopäätökset

- Kasvihuonekaasupäästöjä kuvaavat indikaattorit ovat infrahankkeiden ympäristökestävyysindikaattoreista tällä hetkellä kaikkein tärkeimpiä ja ainakin kasvihuonekaasupäästöjen päästölaskenta tulisi saada osaksi infrarakentamista.
- Uusiomateriaalien käytöllä voidaan vähentää infrahankkeen rakennusvaiheen CO<sub>2</sub>-päästöjä. Se, mitkä kaikki uusiomateriaalien elinkaaren vaiheet otetaan huomioon päästölaskennassa, voi kuitenkin vaikuttaa merkittävästi päästölaskennan tuloksiin.
- Diplomityön laskentaesimerkissä huomattiin, että materiaalikohtaisten päästötietojen saatavuudessa voi olla haasteita ja eri lähteistä saatavissa päästökertoimissa on suuriakin eroja.

## Suosituksset

- Kansallinen ohjeistus infrarakentamisen päästölaskennan suorittamisesta olisi tarpeen.
- Tarkempaa ohjeistusta tarvittaisiin ainakin siitä, mitkä kaikki uusiomateriaalien elinkaaren vaiheet päästölaskennasta tulee huomioida, miten betonimurskeen hiilensidontakyky tulee ottaa huomioon, mitä tietolähteitä päästölaskennassa tulee käyttää ja mitkä kaikki työmaatoiminnot päästölaskennassa tulee ottaa huomioon.



# Kiitos!

Linkki diplomityöhön:

<https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/37164>

tuuli.teittinen@vtt.fi