

Kaukolämpötyömaiden päästölaskenta

Loppuraportti

24.1.2024

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.



Sisällys

1. Johdanto
 2. Päästölaskentamenetelmän kuvaus
 3. Kaukolämpötyömaiden päästöt
 4. Kierrätysmateriaalien käyttö kaukolämpötyömailla
 5. Kaukolämpötyömaiden suunnittelun ja rakentamisen ohjaus
 6. Yhteenveto ja johtopäätökset
- Lähteet

Esipuhe

Energiateollisuus ry tilasi lokakuussa 2023 Ramboll Finland Oy:ltä selvityksen kaukolämpötyömaiden päästölaskennasta. Työn tavoitteena oli yleiskuvan tuottaminen kaukolämpötyömaiden suurimmista päästölähteistä, esittää päästölähteiden merkittävyys ja laskea kaukolämpötyömaiden päästövaikutukset johtometriä kohden erilaisilla perustapauksilla.

Selvitys tukee päästöttömien työmaiden tavoittelua. Kaukolämpötyömaiden päästövähennykset tukevat myös kaukolämmön päästöttömyystavoitteita, vaikka työmaiden osuus kaukolämmön päästöistä tuotettua lämpöä kohden on hyvin vähäinen kaukolämpöverkostojen pitkäikäisyyden takia.

Työn laatimiseen ovat osallistuneet Jouni Kivirinne, Taavi Dettenborn, Tuuli Teittinen, Justus Uusi-Viitala ja Eetu Karjalainen Ramboll Finland Oy:stä. Energiateollisuus ry:stä työtä ovat ohjanneet Neea Huttunen ja Harri Hillamo. Työtä ohjasi myös ohjausryhmä, johon kuului kaukolämpöyhtiöiden edustajia.

Espoossa tammikuussa 2024

Ramboll Finland Oy

Johdanto



Johdanto

Selvityksen tavoitteena oli tuottaa yleiskuva kaukolämpötyömaiden suurimmista päästölähteistä ja niiden merkittävydestä sekä laskea tyypillisten kaukolämpötyömaiden tyyppipäästöt johtometriä kohden. Selvityksessä tunnistettiin myös, millä keinoin kaukolämpötyömaiden päästöjä voitaisiin vähentää.

Selvityksen yhteydessä oli keskustelevalle sidosryhmille suunnattu työpaja, missä tavoitteena oli tunnistaa työmaiden päästölaskennan käytänteitä ja työmaapäästöjen pienentämisen mahdollisuuksia.

Selvityksessä tarkasteltiin kaukolämpötyömaiden kierrätysmateriaalien käyttöä nykytilanteessa, sekä miten kierrätysmateriaalien käyttöä voitaisiin lisätä ja kuinka paljon materiaalien kierto vaikuttaa päästöihin. Raportissa annetaan esimerkkejä, millaisilla vaatimuksilla kilpailutuksessa ja urakkaohjeissa urakoitsijoille voidaan saavuttaa päästö- ja kierrätysmateriaalitavoitteita.

- Kaukolämpötyömaiden suurimmat päästölähteet tunnistettiin tyyppipoikkileikkauksiin perustuvan päästölaskennan avulla.
- Päästölaskenta tehtiin Väyläviraston Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmän (2023) mukaisesti.
- Arviointimenetelmä perustuu eurooppalaisiin kestävästä rakentamista koskeviin standardeihin (mm. EN 15643, EN 15804 ja EN 17472).
- Päästölaskentaan sisällytettiin päästölaskennan osalta merkittävimmät rakennusosat (materiaalit), kuljetukset ja työvaiheet.



Taustaa päästöistä ja laskennasta

Suomi tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2035 mennessä ja hiilinegatiivisuutta 2040-luvulla. Tavoitteen saavuttaminen edellyttää merkittäviä päästövähennyksiä sekä vähähiilisiä ratkaisuja myös infrarakentamisessa. Rakennettu ympäristö muodostaa noin kolmanneksen Suomen kulutuksen kasvihuonekaasupäästöistä (Rakennusteollisuus, 2020).

Jotta kaukolämpöyömaiden päästöjä voidaan vähentää ja kohdentaa päästövähennystoimet oikein, on tärkeää tunnistaa, mistä työmaiden päästöt muodostuvat ja mitkä ovat merkittävimmät päästölähteet. Päästölähteitä voidaan tarkastella päästölaskennan avulla. Infranhankkeissa kasvihuonekaasuja aiheutuu materiaalien valmistuksesta, kuljetuksista ja työkaluiden käytöstä rakentamisen, käyttövaiheen ja käytöstä poiston aikana. Päästölaskennassa kasvihuonekaasujen yksikkönä käytetään hiilidioksidiekvivalenttia (kgCO_2e), joka on kasvihuonekaasujen yhteismitta.

Kaukolämpöjohdot muodostuvat teräksisestä virtausputkesta, jossa on teräsputkeen kiinnivaahdotettu polyuretaanieriste ja kestävä polyeteenistä valmistettu suojakuori. Kiinnivaahdotettuja kaukolämpöjohtoja on kahta erilaista tyyppiä, 2Mpuk ja Mpuk. 2Mpuk-putkityypissä (vasemmalla kuvassa) meno- ja paluujohdot ovat erilliset ja Mpuk-putkityypissä ne ovat yhteisen eristeen ja suojakuoren sisällä. Kaukolämpöjohtoelementit ovat tehdasvalmisteisia ja elementit yhdistetään hitsaamalla ja suojakuoren ja eristyksen jatkuvuus varmistetaan jatkoksilla. Erityisesti teräksen valmistus on energiaintensiivistä ja aiheuttaa päästöjä.



Kuvaus kaukolämpötyömaista

Kaukolämpötyömaat ovat kaukolämpöverkoston rakennus- tai muutostöitä. Työmaat ovat läheisessä vaikutuksessa muuhun maanpäälliseen ja maanlaiseen infrastruktuuriin. Kaukolämpöverkoston rakentamista on niin teiden lähellä, katualueella ja myös rakentamattomissa ympäristöissä, kuten pelloilla. Kaukolämpötyömaat käsittävät työvaiheinaan maarakennus-, putkiasennus- ja erityistöitä.

Kaukolämpötyömailla kaukolämpöjohdoille kaivetaan konekaivuna asentamiseen ja työvaiheisiin riittävä kaivanto. Kaivannon mittoja sääntelee muun muassa

- Infraryl kaivanto-ohjeet
- Toimialan suositukset
- Työturvallisuus
- Muu maassa oleva infrastruktuuri
- Käytettävissä oleva konekalusto
- Kaivettavan kaukolämpöjohdon koko

Kaivuutyön laajuudesta aiheutuu suoraan maamassojen määrä, joka tulee joko varastoida lähellä tai kuljettaa kauemmas läjitykseen. Kaivantoon asennettavien johtojen syrjäyttämät maamassa tulee läjittää pysyvästi tai hyötykäyttää.

Sidosryhmätyöpajasta 12.12.2023 poimittua

- Työpajaan osallistui mm. rakennus- ja kiinteistöalaa, kuntia, energiayhtiöitä ja viranomaisia edustavia tahoja
- Käytännöt vaihtelevat kaupungeittain/kunnittain
- Esille nousi vahvasti se, että maanomistaja / haltija (kaupungit, kunnat ym.) määrittää mm. kantavassa- ja tasauserroksessa käytettävät materiaalit
 - Esim. Betonimurskeen tai arinahiekan käytölle on "hallinnollisia" esteitä
- Yleinen näkemys oli, että neitseellisten maamassojen ja muiden materiaalien käyttöä on minimoitava, ja maamassojen kuljetusmatkoja lyhennettävä:
 - Tämä edellyttää päivityksiä kaupunkien maanrakennusohjeisiin ja maamassojen välivarastoinnin järjestelyperiaatteisiin
- "Yleinen tuntuma on, että KL-työmaiden päästöjen laskenta on edistyskennistä."
- "Oleellista on, että IHKU-päästötietokannasta on saatavilla puolueettomasti ja faktaperusteisesti määritetyt päästöt eri kanavatyypeille"



Päästölaskenta- menetelmän kuvaus

- Päästölaskennan periaatteet
- Päästölähteet
- Oletukset
- Laskennan perustapaukset

Päästölaskennan periaatteet

Elinkaaren vaihe																		
A1-A3			A4-A5		B1-B8								C1-C4			D		
Tuotevaihe			Rakentamisvaihe		Käyttövaihe								Elinkaaren loppuvaihe			Potentiaaliset hyödyt ja haitat		
Raaka-aineiden hankinta	Kuljetus	Valmistus	Kuljetus	Rakentaminen ja asentaminen	Käyttö	Kunnossapito	Korjaaminen	Uusiminen	Laajamittainen korjaaminen	Energian käyttö	Veden käyttö	Käyttäjien hyödyntäminen	Purkaminen	Kuljetus	Käsittely	Loppusijoitus	Tuotejärjestelmän ulkopuoliset hyödyt ja haitat, uudelleenkäyttö, kierrätys, energiakäyttö ja muu talteenotto	Hyödykkeiden vieminen toiseen tuotejärjestelmään
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	C1	C2	C3	C4	D1	D2
Arvio toteuman pohjalta					Skenaario								Skenaario			Skenaario		

- Laskennassa huomioidaan rakennusmateriaalien valmistus (A1-3), kuljetukset (A4) ja työmaatoiminnot (A5)
- Saneeraustapauksissa huomioitiin myös elinkaaren loppuvaihe C1-C4 eli purkaminen sekä kaukolämpöjohtojen kuljetus ja käsittely tai loppusijoitus.
- Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmän (Väylävirasto, 2023) mukaan infrakohteiden laskennassa tulisi huomioida myös B4 eli rakennustuotteiden suunnitellut vaihdot.
- Kaukolämpötyömaiden tapauksessa rakennustuotteiden suunniteltuja vaihtoja ei käytännössä tehdä saneerausta lukuun ottamatta.
- Saneerauskohteet edustavat elinkaaren vaihetta B5 laajamittainen korjaaminen.
- Tuotteiden mahdollisista rikkoontumisista aiheutuvat vaihtotarpeet (B3) jätetään menetelmän mukaisesti arvioinnin ulkopuolelle.
- Väylän menetelmän mukaan infrakohteen arviointi tehdään 50 vuoden käyttöjaksolle.

Kuva: Laskennassa huomioidut elinkaaren vaiheet.

Lähde: Infrarakentamisen vähähiilisyyden arviointimenetelmä (Väylä, 2023)

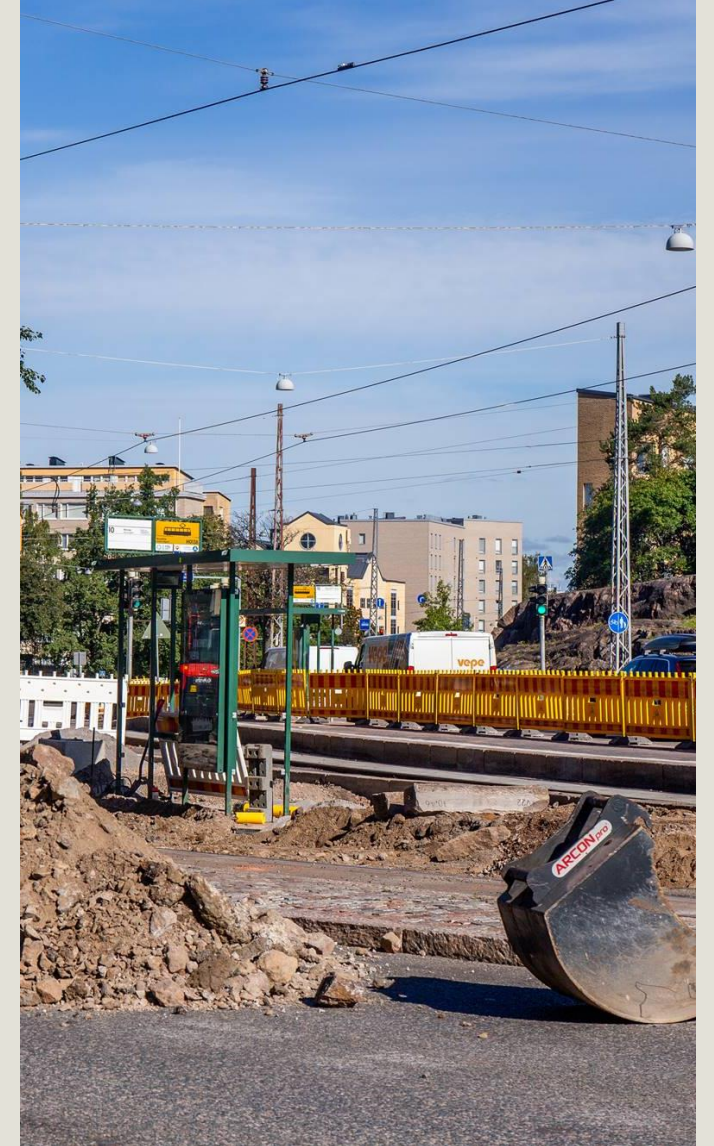
Päästölähteet

Päästölaskennassa on huomioitu seuraavat työvaiheet:

- Kaivannon kaivaminen
- Asfaltin poisto / pintamaan poisto
- Johtoalusta
 - Materiaalina sora
- Kaukolämpöjohdot ja niiden asennus
- Ympäristäyttö
 - Materiaalina tiivistetty hiekka
- Lopputäyttö
 - Materiaalina kalliomurske
- Asfaltointi + Näihin liittyvät kuljetukset ja työsuoritteet

Kaukolämpötyömaiden rakentamisen aikainen päästölaskenta sisältää:

- materiaalien valmistuksen (esim. maamassat, johtoelementit, asfaltti, A1-A3)
- materiaalien kuljetuksen työmaalle (esim. kuorma-autot, A4) sekä
- materiaalien asennuksen (esim. kaivinkoneet, tiivistystyöt, A5).



Oletukset, kaukolämpöelementit

Kaukolämpöjohtoelementit ovat eristeluokkaa 3

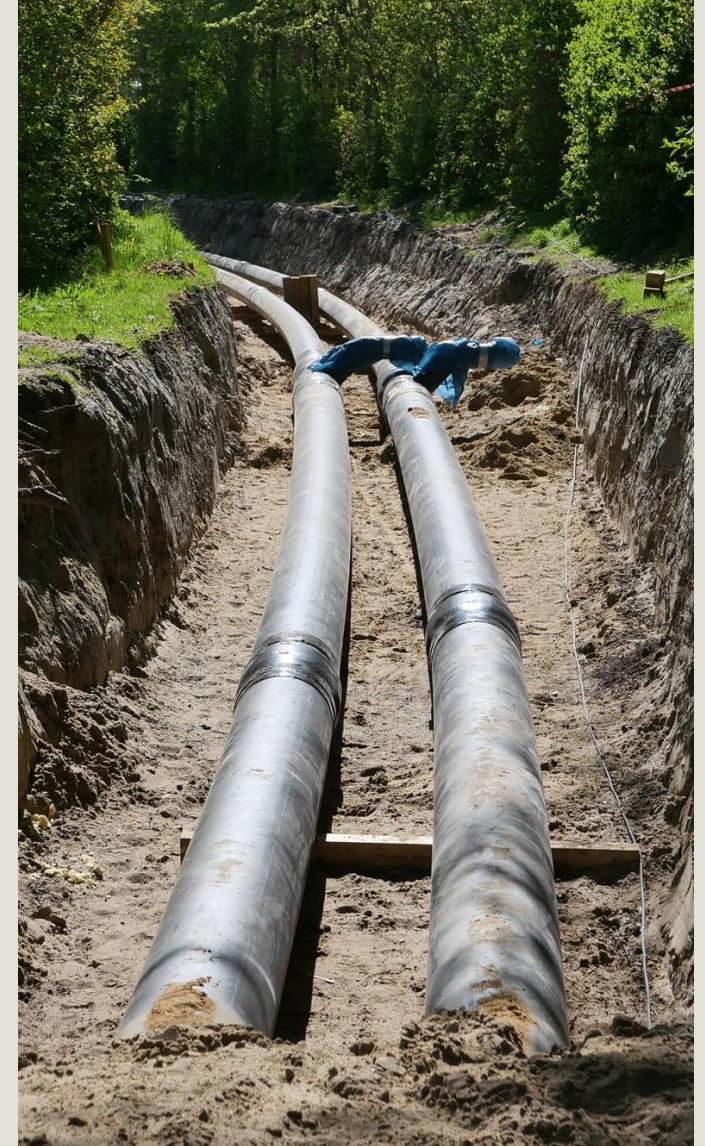
- Johtoelementtien päästökertoimet laskettu eri johtoko'ille niiden sisältämän teräksen, eristeen ja muovikuoren määrien sekä infran päästötietokannan (co2data.fi/infra) kertoimien perusteella

Kuljetusmatkat

- Kaukolämpöjohtoelementtien oletuskuljetusmatka 400 km
- Maamassojen oletuskuljetusmatka 20 km Väylän päästölaskentamenetelmän mukaisesti

Jatkokset

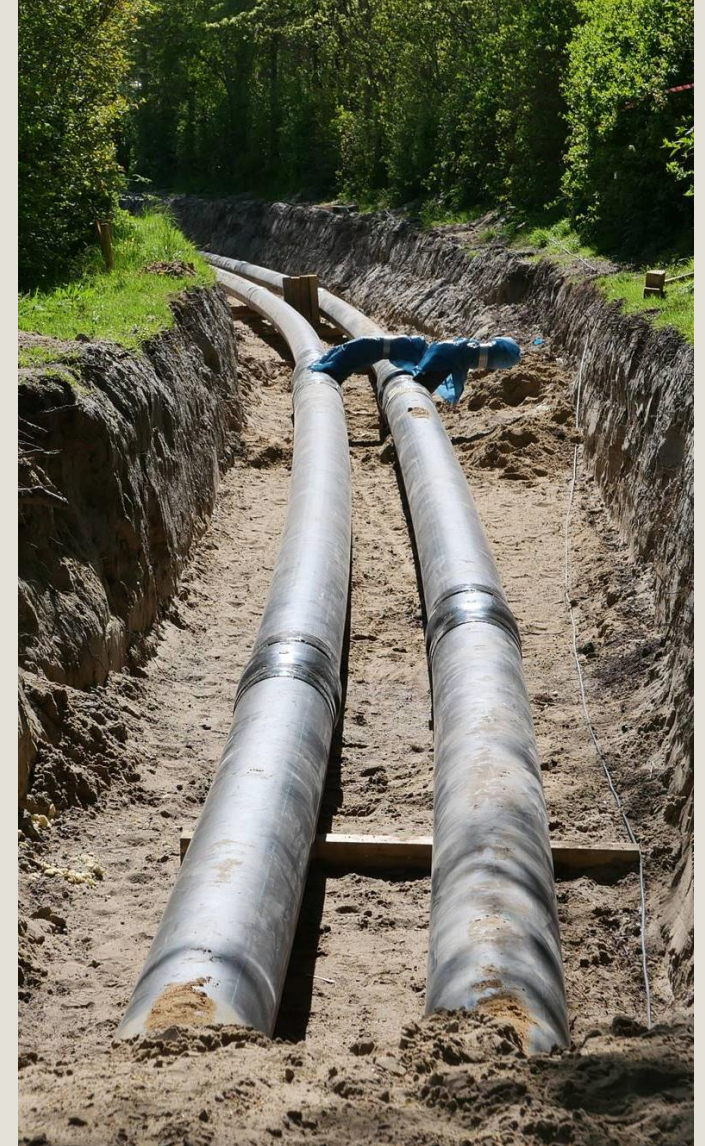
- Jatkosvälinä käytettiin saatua tietoa toteutuneista keskimääräisistä jatkosväleistä
- Jatkosten osalta laskennassa huomioitiin vain hitsaustyön päästöt
- Pienillä johtoko'illa hitsaus happi-asetyleeni-kaasulla ja suurilla sähkään perustuvalla menetelmällä (Puikko/TIG/MIG-MAG)
- Työmäärinä on käytetty urakoitsijalta saatua aika-arviota hitsauksen kestosta



Oletukset, kaukolämpöjohtojen kierrätys

Johtojen kierrätys

- Kierrätyslaitoksen etäisyys 350 km
- Johtomateriaalit lajitellaan ja käsitellään laitoksella, eikä jätejakeita tämän jälkeen kuljeteta
- Teräsjakeelle on oletettu keskimääräinen terästuotteiden kierrätysaste, 85 %. Kierrätyshyöty lasketaan vain primääriselle teräkselle, jonka osuudeksi on oletettu 50 % alkuperäisestä teräsmateriaalista. Loput teräksestä oletetaan menevän polttoon. Teräksen kierrätysprosessin laskennassa on hyödynnetty WorldSteel Associationin tekemää tutkimusta. Hyöty laskettu korvaamalla kierrätysprosessissa syntyvällä teräksellä keskimääräistä eurooppalaista teräslevyä.
- Eristeelle ja PE-putkelle on oletettu 100 % kierrätysaste. Eriste poltetaan, jolloin kierrätyksellä saatava hyöty on laskettu korvaamalla poltolla tuotettavalla lämpöenergiaa Suomen keskimääräistä kaukolämpöä. Kaukolämmön päästökerroin on saatu tilastokeskuksen tiedoista (vuosien 2019-2021 keskiarvo).
- PE-putkien kierrätysprosessi on laskettu mukaillen Association of Plastic Recyclersin tekemää tutkimusta. Kierrätyksellä saatava hyöty on laskettu korvaamalla kierrätyksessä syntyneillä muovigranulaateilla primääristä HDPE-raetta.



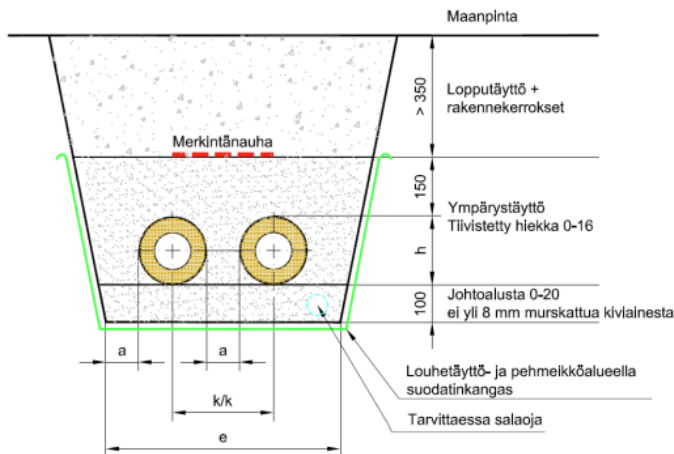
Perustapaukset, joille päästöt on laskettu

Päästölaskennassa päästöt on laskettu tyyppipoikkileikkauksiin perustuen seuraaville perustapauksille. Perustapausten päästöt laskettiin erikseen Mpuk- ja 2Mpuk -johdoille sekä kaikille johtoko'oilte.

Uudiskohde, neutseellinen ympäristö

- Pintamaan poisto
- Kaivanto
- Johtoalusta
- Kaukolämpöjohto asennettuna
- Ympärystäyttö
- Lopputäyttö

2MPUK-JOHTO. TYYPPIPIIRUSTUS. KANAVAN POIKKILEIKKAUS



Uudiskohde, kaupunkiympäristö

- Asfaltin poisto
- Kaivanto
- Johtoalusta
- Kaukolämpöjohto asennettuna
- Ympärystäyttö
- Lopputäyttö
- Asfaltointi

Paikalle rakennettava saneerauskohde

- Asfaltin poisto
- Kaivanto
- Johtoalusta
- Kaukolämpöjohto asennettuna
- Ympärystäyttö
- Lopputäyttö
- Viereinen kaivanto
 - Poistettava johto oletetaan saman kokoiseksi kuin uusi johto
- Viereisen kaivannon täyttö
- Asfaltointi

Putkiluokitukset ja rakennetut kanavametrimäärät vuonna 2019

Putki- koko	2Mpuk rakennetut [ka-m]	Mpuk rakennetut [ka-m]
DN20	415	2 107
DN25	1 407	5 455
DN32	0	75
DN40	3 784	11 874
DN50	3 988	8 826
DN65	4 949	7 435
DN80	4 415	6 615
DN100	3 259	3 184
DN125	4 412	3 034
DN150	5 357	571
DN200	3 692	2
DN250	1 189	
DN300	4 740	
DN400	4 977	
DN500	789	
DN600	1 140	
DN700	762	

2Mpuk		Rakennetut [ka-m]
DN20-80	Pieni	18 958
DN100-250	Keskikokoinen	17 909
DN300-700	Suuri	12 408
Yhteensä		49 275
Mpuk		
DN20-80	Pieni	42 387
DN100-250	Keskikokoinen	6 791
Yhteensä		49 178

Päästölaskennassa johtokoot on jaettu Standardin EN 13941 mukaisiin suunnitteluluokkiin

PIENET:

- Suunnitteluluokka A: DN25-80

KESKIKOKOISET

- Suunnitteluluokka B: DN100-250

SUURET

- Suunnitteluluokka C: DN300->

2Mpuk-putkityypissä rakennetut kanavametrimäärät ovat jakautuneet vuonna 2019 Energiateollisuus ry:n tilastojen mukaan suhteellisen tasaisesti suunnitteluluokkien A, B ja C osalta.

Mpuk-putkityypissä rakennetut kanavametrimäärät painottuvat suunnitteluluokan A putkikokoihin.

Lähde:

<https://energia.fi/tilastot/kaukolampo-johtojen-rakentamiskustannukset/>

Kaukolämpötyömaiden päästöt

- Laskennan tulokset
- 2MPuk – kanavan päästöjen muodostuminen
- MPuk- - kanavan päästöjen muodostuminen
- Kaukolämpöjohtojen osuus kokonaispäästöistä
- Maanrakentamisen päästöt työvaiheittain

Tulokset

2Mpuk		Uudiskohde, neitseellinen ympäristö (kgCO₂e / m)	Uudiskohde, kaupunkiym- päristö (kgCO₂e / m)	Saneeraus- kohde (kgCO₂e / m)
DN20-DN80	Pieni	44	54	67
DN100-DN250	Keskikokoinen	176	190	211
DN300-DN600	Suuri	659	681	723
Mpuk				
DN20-DN80	Pieni	43	52	63
DN100-DN200	Keskikokoinen	154	167	188

- Perustapausten tulokset kaikille johtoko'oilte
- Vaihteluväli n. 24 (DN20 MPuk)– 1028 (DN600 2MPuk) kgCO₂e / m
- Kaukolämpöjohtoelementit merkittävin päästölähde
 - Kaukolämpöjohtojen osuus kokonaispäästöistä 26 – 93 % riippuen tapauksesta
- Mitä suurempi johto, sen suurempi sen osuus kokonaispäästöstä

2Mpuk-kanavan päästöjen muodostuminen

Asfaltointi

Pieni	9,8 kg CO _{2e} ./m
Keskikokoinen	14,7 kg CO _{2e} ./m
Suuri	24,2 kg CO _{2e} ./m

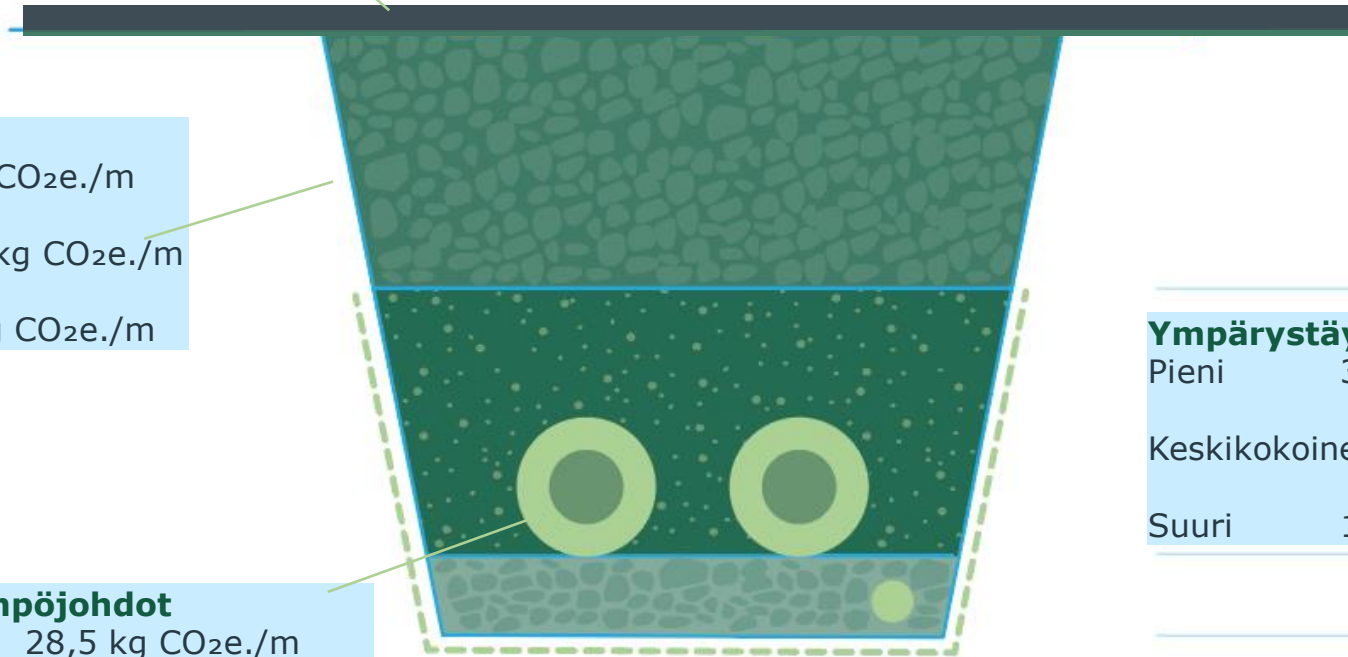
2MPUK. TYYPPIPIIRUSTUS. KANAVAN POIKKILEIKKAUS

Johtokaivanto

Pieni	2,5 kg CO _{2e} ./m
Keskikokoinen	5,4 kg CO _{2e} ./m
Suuri	15,1 kg CO _{2e} ./m

Kaukolämpöjohdot

Pieni	28,5 kg CO _{2e} ./m
Keskikokoinen	164,4 kg CO _{2e} ./m
Suuri	603 kg CO _{2e} ./m



2Mpuk

Pieni	DN20-DN80
Keskikokoinen	DN100-DN250
Suuri	DN300-

Lopputäyttö + Rakennekerrokset 350mm

Pieni	KaM 6,9 kg CO _{2e} ./m tai BeM 6,0 kg CO _{2e} ./m
Keskikokoinen	KaM 10,6 kg CO _{2e} ./m tai BeM 9,2 kg CO _{2e} ./m
Suuri	KaM 17,9 kg CO _{2e} ./m tai BeM 15,4 kg CO _{2e} ./m

Ympäristäyttö - Tiivistetty hiekka 0-16 (150+hmm)

Pieni	3,0 kg CO _{2e} ./m
Keskikokoinen	6,5 kg CO _{2e} ./m
Suuri	15,9 kg CO _{2e} ./m

Johtoalusta 0-20

ei yli 8mm murskattua kiviainesta 100mm

Pieni	2,3 kg CO _{2e} ./m
Keskikokoinen	3,7 kg CO _{2e} ./m
Suuri	6,2 kg CO _{2e} ./m

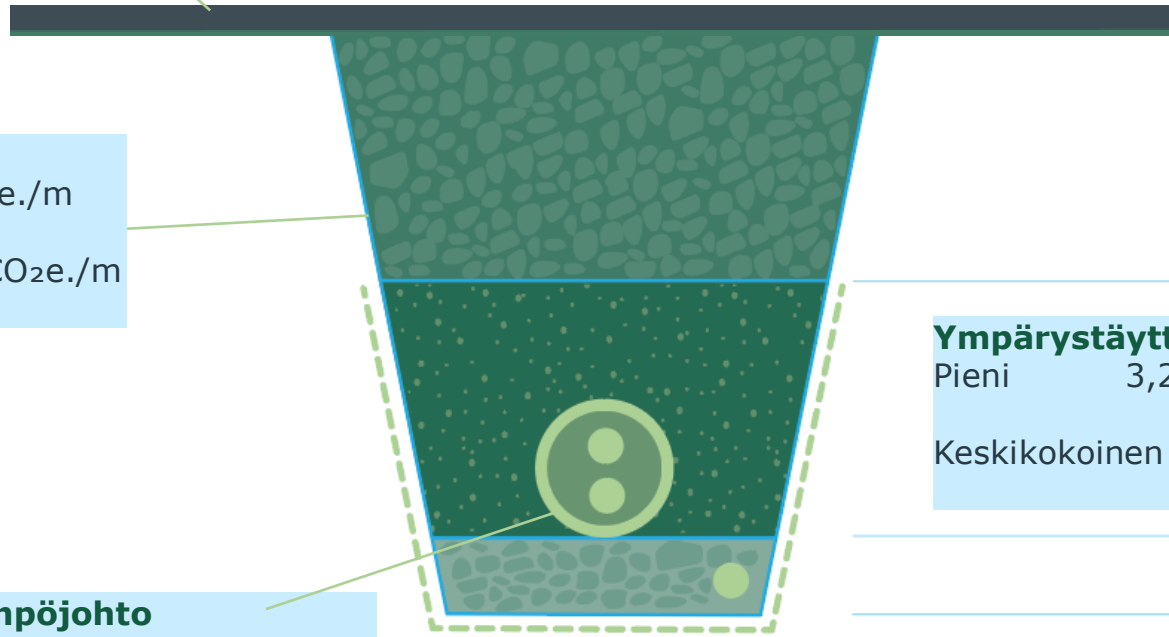
Mpuk-kanavan päästöjen muodostuminen

Mpuk	
Pieni	DN20-DN80
Keskikokoinen	DN100-DN250

Asfaltointi

Pieni 7,0 kg CO_{2e}./m
Keskikokoinen 9,3 kg CO_{2e}./m

MPUK. TYYPPIPIIRUSTUS. KANAVAN POIKKILEIKKAUS



Johtokaivanto

Pieni 2,6 kg CO_{2e}./m
Keskikokoinen 5,8 kg CO_{2e}./m

Lopputäyttö + Rakennekerrokset 350mm

Pieni KaM 6,2 kg CO_{2e}./m
tai BeM 5,4 kg CO_{2e}./m
Keskikokoinen KaM 9,3 kg CO_{2e}./m
tai BeM 8,1 kg CO_{2e}./m

Ympäristäyttö – Tiivistetty hiekka 0-16 (150+hmm)

Pieni 3,2 kg CO_{2e}./m
Keskikokoinen 7,3 kg CO_{2e}./m

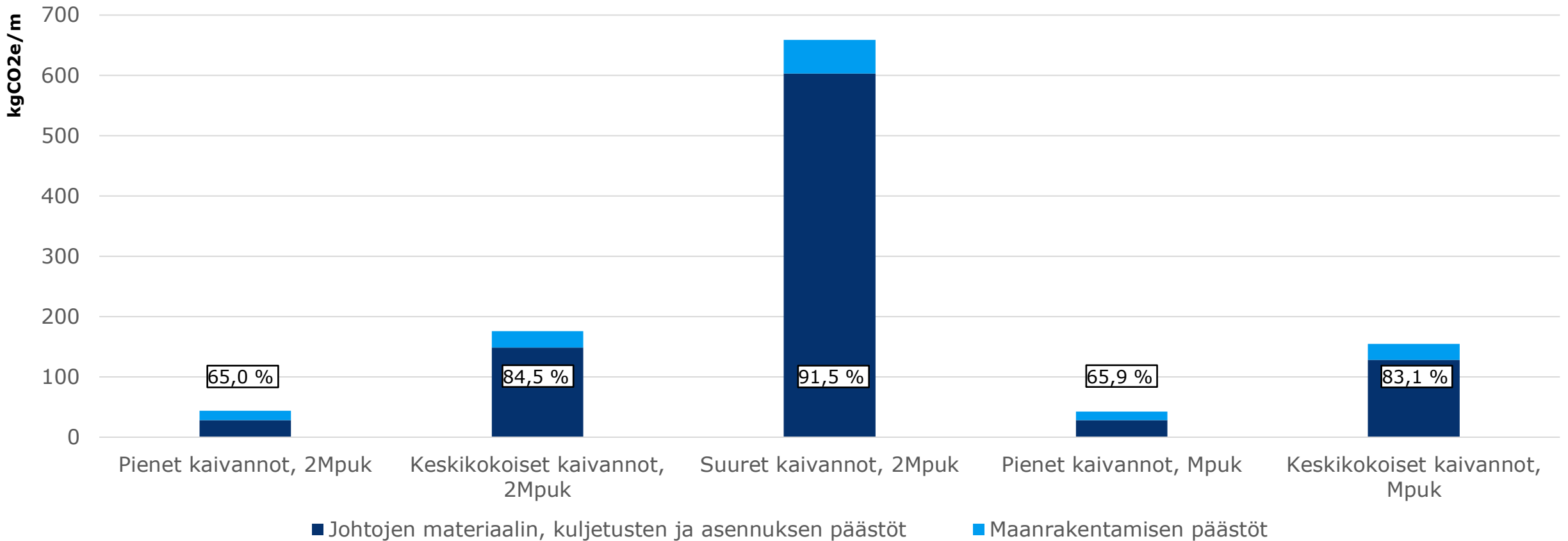
Kaukolämpöjohto

Pieni 28,2 kg CO_{2e}./m
Keskikokoinen 128,3 kg CO_{2e}./m

Johtoalusta 0-20 ei yli 8mm murskattua kiviainesta 100mm

Pieni 2,0 kg CO_{2e}./m
Keskikokoinen 2,9 kg CO_{2e}./m

Kaukolämpöjohtojen osuus kokonaispäästöistä



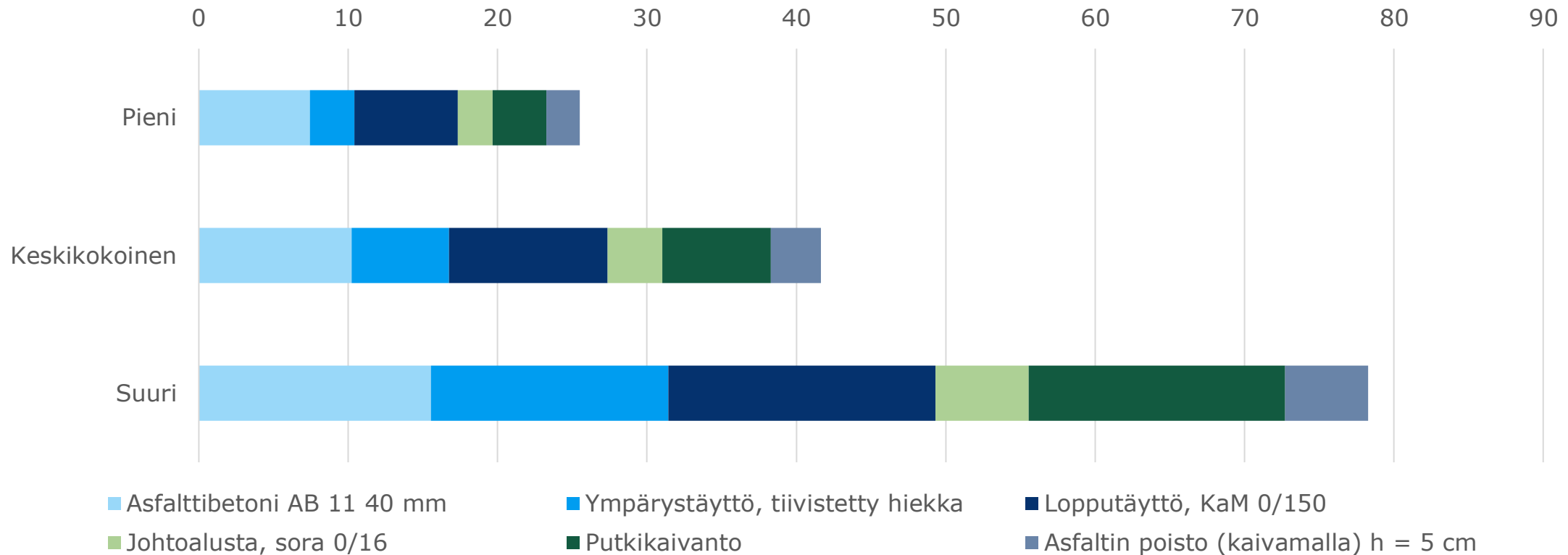
	Johtojen materiaalin, kuljetusten ja asennuksen päästöjen osuus kokonaispäästöistä (%)						
2Mpuk	Uudiskohde, neits.	Uudiskohde, kaupunki	Saneerauskohde	Mpuk	Uudiskohde, neits.	Uudiskohde, kaupunki	Saneerauskohde
Pieni	65,0	52,6	42,6	Pieni	65,9	54,1	44,7
Keskikokoinen	84,5	78,1	70,3	Keskikokoinen	83,1	76,9	68,1
Suuri	91,5	88,5	83,4				

Maanrakentamisen päästöt

Päästöt ilman kaukolämpöjohtojen materiaali-, kuljetus- ja asennuspäästöjä

Uudiskohde, kaupunki, 2Mpuk

kgCO₂e / m



Herkkyystarkastelu

- Laskennan muuttujat
- Kuljetusmatkan vaikutus, 2MPuk ja Mpuk -johtorakenteet
- Kalliokanaalin louhinnan vaikutus
- Betonimurskeen käytön vaikutus
- Uusiomateriaalien käytön vaikutus
- Asfaltoinnin vaikutus 2MPuk ja Mpuk -johtorakenteet
- Työkoneiden päästöjen vaikutus 2MPuk ja Mpuk -johtorakenteet
- KL-johtojen End Of Life LCA

Päästölaskennassa tarkastellut muuttujat

Päästölaskennassa tarkasteltiin seuraavien muuttujien vaikutusta perustapausten päästöihin:

- Putkikoko
 - Mpuk-johdoilla koot DN20-DN200
 - 2Mpuk-johdoilla koot DN20-DN600
- Kuljetusmatkojen vaikutus
 - Lyhyet kuljetusmatkat neljäsosa perustapauksesta, pitkät kuljetusmatkat 2x perustapauksen matkat ja kaukolämpöputkien laivakuljetus
- Uusiomateriaalien käyttö
 - Betonimurskeen käyttö lopputäytöissä
 - Nollapäästöinen materiaali lopputäytöissä
- Rakentamisen maaperä
 - Kalliokanaalin vaikutus verrattuna kaivuuseen

Kaukolämpöjohdon saneeraus

- KI- johto poistetaan ja kierrätetään
- Käytöstä poistettava KI-johto jätetään sijaintiinsa
- Asfaltointi
 - Kaivantoa leveämpi asfaltointi, kierrätysasfaltti
- Työkoneiden vaikutus
 - Biodiesel



Kuljetusmatkan vaikutus kokonaispäästöihin, 2Mpuk-rakenne

Taulukossa esitettynä kolmen eri perustapauksen kuljetusten päästöt pienillä, keskikokoisilla ja suurilla 2Mpuk-putkilla. Lisäksi esitettynä kuljetuspäästöt lyhyillä ja pitkällä kuljetusmatkoilla sekä näiden prosentuaalinen vaikutus tapausten kokonaispäästöihin.

	Lyhyt kuljetusmatka					Pitkä kuljetusmatka			
	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Lyhyt kuljetusmatka (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)	Pitkä kuljetusmatka (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Uudiskohde, neitseellinen									
Pieni	5,5	1,4	4,1	-9,4	-27,0	11	5,7	+13,0	+33,0
Keskikokoinen	12	3,0	8,9	-5,1	-32,1	25	13	+7,4	+34,1
Suuri	31	7,7	23	-3,5	-41,1	65	35	+5,3	+38,2
Uudiskohde, kaupunki									
Pieni	6,4	1,6	4,8	-8,8	-18,6	13	6,5	+12,1	+23,1
Keskikokoinen	13	3,3	9,9	-5,2	-23,8	28	14	+7,5	+25,5
Suuri	33	8,1	24	-3,6	-31,2	69	37	+5,4	+29,7
Saneerauskohde									
Pieni	10	2,5	7,5	-3,6	-19,7	20	10	+15,4	+25,0
Keskikokoinen	20	5	15	-2,1	-24,0	41	21	+10,0	+28,0
Suuri	49	12	36	-5,0	-30,3	101	53	+7,3	+32,7

Kuljetusmatkojen herkkyys perustapauksesta:

- Lyhyt kuljetusmatka – 75%
- Vaikutus -2...-9%
- Pitkä kuljetusmatka + 100%
- Vaikutus +5...15%

Kuljetusmatkan pituudella on putkikoon jälkeen suurin yksittäinen merkitys kaukolämpötyömaan aiheuttamiin päästöihin.

Kuljetusmatkan vaikutus kokonaispäästöihin, Mpuk-rakenne

Taulukossa esitettynä kolmen eri perustapauksen kuljetusten päästöt pienillä, keskikokoisilla Mpuk-putkilla. Lisäksi esitettynä kuljetuspäästöt lyhyillä ja pitkillä kuljetusmatkoilla sekä näiden prosentuaalinen vaikutus tapausten kokonaispäästöihin.

	Lyhyt kuljetusmatka					Pitkä kuljetusmatka			
	Perustapaus (kgCO2e / m)	Lyhyt kuljetusmatka (kgCO2e / m)	Erotus (kgCO2e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)	Pitkä kuljetusmatka (kgCO2e / m)	Erotus (kgCO2e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Uudiskohde, neits.									
Pieni	5,4	1,3	4,0	-9,4	-27,6	11	5,5	+13,0	+33,7
Keskikokoinen	12	2,9	8,6	-5,6	-33,0	24	12	+8,0	+36,4
Uudiskohde, kaupunki									
Pieni	6,1	1,5	4,6	-8,8	-19,1	12	6,3	+12,0	+23,6
Keskikokoinen	12	3,1	9,2	-5,5	-23,9	25	13	+7,9	+26,7
Saneerauskohde									
Pieni	10	2,6	7,8	-12,3	-22,3	21	11	+16,7	+28,4
Keskikokoinen	21	5,4	16	-8,6	-26,9	44	22	+11,9	+32,5

Kuljetusmatkojen herkkyys perustapauksesta:

- Lyhyt kuljetusmatka -75%
- Vaikutus -5...-12%
- Pitkä kuljetusmatka + 100%
- Vaikutus +8...17%

Kuljetusmatkan pituudella on suurin yksittäinen merkitys kaukolämpöyömaan aiheuttamiin päästöihin.

Kuljetusmatkan vaikutus on merkittävämpi Mpuk-rakenteessa kuin 2MPuk-rakenteessa.

Kalliokanaali

Taulukoissa esitettynä putkikaivannon kaivusta aiheutuvat päästöt neitseelliseen uudiskohteeseen pienillä, keskikokoisilla ja suurilla johtoko'illa. Lisäksi esitettynä mahdolliset päästöt, jos kaivun sijaan kaivanto joudutaan louhimaan sekä kalliokanaalin louhimisen vaikutus kokonaispäästöihin.

Kalliokanaali 2Mpuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Kalliokanaali (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Pieni	2,5	7,6	5,0	+11,5	+32,8
Keskikokoinen	5,4	11	5,8	+3,3	+21,3
Suuri	15	39	24	+3,7	+43,5

Kalliokanaali Mpuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Kalliokanaali (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Pieni	2,6	7,0	4,4	+10,4	+30,5
Keskikokoinen	5,8	12	6,6	+4,3	+25,3



Kalliokanaalin vaikutus kokonaispäästöihin merkittävä, n 11 %, erityisesti pienillä kanaaleilla.

Louhinnan suhteellinen merkitys päästöihin pienenee mitä suuremmasta kanaalista on kyse.

Betonimurske

Taulukoissa esitettynä neitseellisen uudiskohteen lopputäytöistä aiheutuvat päästöt pienillä, keskikokoisilla ja suurilla johtoko'illa. Lisäksi esitettynä mahdolliset päästöt sekä vaikutus kokonaispäästöihin, jos kalliomurskeen sijaan lopputäytöissä käytetään betonimursketta.



Betonimurske 2Mpuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Betonimurske (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Pieni	6,9	6,0	0,9	-2,2	-6,1
Keskikokoinen	11	9,2	1,5	-0,8	-5,3
Suuri	18	15	2,4	-0,4	-4,4

Betonimurske Mpuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Betonimurske (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Pieni	6,2	5,4	0,8	-2,0	-5,8
Keskikokoinen	9,3	8,0	1,3	-0,8	-4,9

Betonimurskeen käyttö
tasaus/kantavassa
kerroksessa pienetäisi
päästöjä 0,4 – 2,2 %

Uusiomateriaali (0-päästöinen)

Taulukoissa esitettynä neitseellisen uudiskohteen lopputäytöistä aiheutuvat päästöt pienillä, keskikokoisilla ja suurilla johtoko'illa. Lisäksi esitettynä mahdolliset päästöt sekä vaikutus kokonaispäästöihin, jos kalliomurskeen sijaan lopputäytöissä käytetään nollapäästöiseksi oletettua uusiomateriaalia.



Uusiomateriaali i 2Mpuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Uusiomateriaali (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Pieni	6,9	1,9	5,0	-11,4	-32,6
Keskikokoinen	11	2,4	8,2	-4,7	-30,2
Suuri	18	4,8	13	-2,0	-23,4

Uusiomateriaali i Mpuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Uusiomateriaali (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Pieni	6,2	1,8	4,4	-10,4	-30,5
Keskikokoinen	9,3	2,7	6,6	-4,3	-25,4

Nollapäästöisen
uusiomateriaalin käyttö
tasaus/kantavassa
kerroksessa pienetäisi
päästöjä 2 – 11 %

Asfaltointi, 2Mpuk

Taulukoissa esitettynä saneerauskohteen asfaltoinnista aiheutuvat päästöt pienillä, keskikokoisilla ja suurilla 2Mpuk-rakenteilla.

Ylemmässä taulukossa on esitettynä mahdolliset päästöt sekä vaikutus kokonaispäästöihin, jos asfaltointi tehdään pelkkää johtokaivantoa leveämmälle alueelle. Jos kaivannon leveys on maanpinnalla alle 3,5 metriä, on leveän asfaltoinnin alana käytetty 3,5 metriä ja jos kaivannon leveys on yli 3,5 metriä, on leveän asfaltoinnin alana käytetty 6 metriä.

Alemmassa taulukossa on esitetty asfaltoinnista aiheutuvat päästöt, jos asfaltoinnissa käytetään kierrätysasfalttia, joka oletuksena vähentää asfaltoinnin materiaalipäästöjä 25 %.

Kaivantoa leveämpi asfaltointi 2Mpuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Leveä asfaltointi (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Pieni	9,8	18	8,1	+12,1	+31,6
Keskikokoinen	15	20	5,8	+2,7	+13,9
Suuri	24	31	6,5	+0,9	+8,3

Kierrätysasfaltti 2Mpuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Kierrätysasfaltti (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)
Pieni	9,8	5,7	4,1	-6,1	-10,7
Keskikokoinen	15	7,8	6,9	-3,2	-11,0
Suuri	24	12	12	-1,7	-10,2



Mikäli kaukolämpötyömaan yhteydessä asfaltoidaan kaivantoa leveämpi alue (kaistan levyinen asfaltointi 3,5m), kasvaa päästöt n. 1 – 12 %

- Vaikutus suuri erityisesti pienissä kaivannoissa

Kierrätysasfaltin käyttö pienentäisi kokonaispäästöjä n. 2–6 %

Asfaltointi, Mpuk

Taulukoissa esitettynä saneerauskohteen asfaltoinnista aiheutuvat päästöt pienillä, keskikokoisilla Mpuk-rakenteilla.

Ylemmässä taulukossa on esitettynä mahdolliset päästöt sekä vaikutus kokonaispäästöihin, jos asfaltointi tehdään pelkkää johtokaivantoa leveämmälle alueelle. Jos kaivannon leveys on maanpinnalla alle 3,5 metriä, on leveän asfaltoinnin alana käytetty 3,5 metriä ja jos kaivannon leveys on yli 3,5 metriä, on leveän asfaltoinnin alana käytetty 6 metriä.

Alemmassa taulukossa on esitetty asfaltoinnista aiheutuvat päästöt, jos asfaltoinnissa käytetään kierrätysasfalttia, joka oletuksena vähentää asfaltoinnin materiaalipäästöjä 25 %.

Koko kaistan asfaltointi MPuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Asfaltointi (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)
Pieni	8,1	18	9,8	+15,5	+28,0
Keskikokoinen	12	18	5,9	+3,1	+9,8

Kierrätysasfaltti MPuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Kierrätysasfaltti (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)
Pieni	8,1	5,4	2,8	-4,4	-8,0
Keskikokoinen	12	7,1	4,9	-2,6	-8,2



Mikäli kaukolämpöyömaan yhteydessä asfaltoidaan kaivantoa leveämpi alue (kaistan levyinen asfaltointi 3,5m), kasvaa päästöt n. 3 – 16 %

- Vaikutus suuri erityisesti pienissä kaivannoissa

Kierrätysasfaltin käyttö pienentäisi kokonaispäästöjä n. 3–4 %

Työkoneet, 2MPuk

Taulukoissa esitettynä työsuoritteista aiheutuvat päästöt pienillä, keskikokoisilla ja suurilla 2Mpuk-rakenteilla. Lisäksi esitettynä mahdolliset päästöt sekä vaikutus kokonaispäästöihin, jos tavallisen polttoaineen sijaan käytettäisiin biodieseliä.



2MPuk	Perustapaus (kgCO ₂ e / m)	Biodieselillä (kgCO ₂ e / m)	Erotus (kgCO ₂ e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamis en päästöihin (%)
Uudiskohde, neits.					
Pieni	2,8	1,0	1,8	-4,2	-12,0
Keskikokoinen	5,0	1,8	3,3	-1,9	-12,0
Suuri	10	3,7	6,8	-1,0	-12,1
Uudiskohde, kaupunki					
Pieni	5,2	1,8	3,4	-6,3	-13,3
Keskikokoinen	8,8	3,1	5,7	-3,0	-13,7
Suuri	17	5,8	11	-1,6	-13,7
Saneerauskohde					
Pieni	12	4,2	7,9	-11,8	-20,5
Keskikokoinen	19	6,6	12	-5,8	-19,5
Suuri	35	12	22	-3,1	-18,7

- Uusiutuvan polttoaineiden käyttö alentaa kokonaispäästöjä kohteesta ja kanaalityypin mukaan 1 %:sta 12 %:iin.
- Putkirakenteen merkitys työkoneiden polttoaineen päästövaikutukseen on marginaalinen

Työkoneet, Mpuk

Taulukoissa esitettynä työsuoritteista aiheutuvat päästöt pienillä ja keskikokoisilla Mpuk-rakenteilla. Lisäksi esitettynä mahdolliset päästöt sekä vaikutus kokonaispäästöihin, jos tavallisen polttoaineen sijaan käytettäisiin biodieseliä.



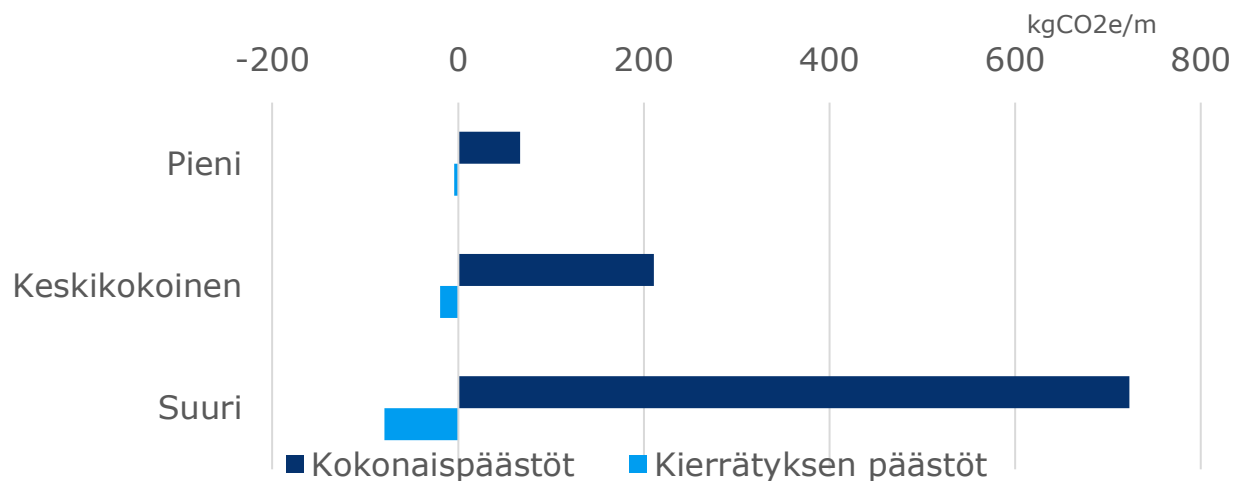
MPuk	Perustapaus (kgCO2e / m)	Biodieselillä (kgCO2e / m)	Erotus (kgCO2e / m)	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)	Vaikutus maanrakentamis- en päästöihin (%)
Uudiskohde, neits.					
Pieni	2,6	0,9	1,7	-3,9	-11,4
Keskikokoinen	4,5	1,6	2,9	-1,9	-11,2
Uudiskohde, kaupunki					
Pieni	4,8	1,7	3,1	-6,0	-13,1
Keskikokoinen	7,7	2,7	5,0	-3,0	-13,0
Saneerauskohde					
Pieni	10	3,6	6,8	-10,8	-19,4
Keskikokoinen	17	6,1	11	-6,0	-18,8

- Päästöttömien polttoaineiden / päästöttömän sähkön käyttö alentaa kokonaispäästöjä kohteesta ja kanaalityypin mukaan 2 %:sta 11 %:iin.
- Putkirakenteen merkitys työkoneiden polttoaineen päästövaikutukseen on marginaalinen

Kaukolämpöjohtojen End of Life - LCA

Taulukossa on esitetty johdon elinkaaren lopussa kierrätyksen nettopäästöt pienillä, keskikokoisilla ja suurilla 2Mpuk- ja Mpuk-rakenteilla. Laskennassa on huomioituna johtojen kierrätyksellä saatavat ilmastohyödyt, kun materiaalit kierrätetään kerran. Tulokset on otettu keskiarvona jokaisesta johtoluokasta.

	2Mpuk				Mpuk			
	Kierrätyksen päästöt (kgCO2e/m)	Rakentamisen kokonaispäästöt (kgCO2e/m)	Osuus kokonaispäästöistä (%)	Osuus maanrakentamisen päästöistä (%)	Kierrätyksen päästöt (kgCO2e/m)	Rakentamisen kokonaispäästöt (kgCO2e/m)	Osuus kokonaispäästöistä (%)	Osuus maanrakentamisen päästöistä (%)
Pieni	-3,9	67	-5,8	-10,1	-4,7	63	-7,4	-13,4
Keskikokoinen	-19,7	211	-9,3	-31,4	-24,8	188	-13,2	-41,4
Suuri	-79,0	723	-10,9	-65,8				



Tämän suuntaa antavan selvityksen mukaan kierrättämällä saataisiin ilmastohyötyjä molemmilla johtotyypeillä kaikissa johtokokoluokissa.

- Suurimmat päästöt elinkaaren lopussa aiheutuisivat eristemuovin poltosta. Energiasta saatava hyöty on syntyviin päästöihin nähden pieni.
- PE- ja teräsmateriaalien kierrätyksellä saatavat hyödyt olisivat eristemuovin kierrätystä suuremmat ja keskenään samaa luokkaa. Teräksen kierrätyksestä aiheutuvat päästöt olisivat kuitenkin muovinkierrätystä suuremmat.
- Selvityksessä oletetulla kuljetuksella oli vähäinen vaikutus tuloksiin.

Päästövähennys- potentiaali

- Päästövähennyspotentiaali - tulos
- Eri muuttujien vaikutus

Päästövähennyspotentiaali



	2Mpuk	Mpuk
Uudiskohde, neits.		
Pieni	-15,8 %	-15,3 %
Keskikokoinen	-7,7 %	-8,3 %
Suuri	-4,9 %	
Uudiskohde, neits.		
Pieni	-20,1 %	-19,5 %
Keskikokoinen	-10,2 %	-10,6 %
Suuri	-6,1 %	
Saneerauskohde		
Pieni	-22,9 %	-28,8 %
Keskikokoinen	-11,8 %	-17,8 %
Suuri	-10,2 %	

- Kokonaispäästösäästö voisi olla parhaimmillaan noin 5–30%, jos on mahdollista tehdä:
- Tehdä kuljetussuoritteet lyhyillä etäisyyksillä,
 - Toteuttaa työsuoritteet vähäpäästöisellä polttoaineella
 - Käyttää rakentamisessa kierrätysasfalttia ja betonimursketta

Tulokset 2MPuk- muuttujien vaikutus

2Mpuk	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)				
	Lyhyt kuljetusmatka	Betoni-murske	Kierrätys-asfaltti	Vähäpäästötöiset työkonet	Kokonaispäästö-säästöpotentiaali
Uudiskohde, neits.					
Pieni	-9,4	-2,2		-4,2	-15,8
Keski-kokoinen	-5,1	-0,8		-1,9	-7,7
Suuri	-3,5	-0,4		-1,0	-4,9
Uudiskohde, kaupunki					
Pieni	-8,8	-1,7	-3,2	-6,3	-20,1
Keski-kokoinen	-5,2	-0,8	-1,3	-3,0	-10,2
Suuri	-3,6	-0,4	-0,5	-1,6	-6,1
Saneerauskohte					
Pieni	-3,6	-1,4	-6,1	-11,8	-22,9
Keski-kokoinen	-2,1	-0,7	-3,2	-5,8	-11,8
Suuri	-5,0	-0,3	-1,7	-3,1	-10,2

2Mpuk	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)				
	Lyhyt kuljetusmatka	Betoni-murske	Kierrätys-asfaltti	Vähäpäästötöiset työkonet	Kokonaispäästö-säästöpotentiaali
Uudiskohde, neits.					
Pieni	-27,0	-6,1		-12,0	-45,1
Keski-kokoinen	-32,7	-5,3		-12,0	-50,0
Suuri	-41,1	-4,4		-12,1	-57,6
Uudiskohde, kaupunki					
Pieni	-18,6	-3,7	-16,0	-13,3	-51,6
Keski-kokoinen	-23,8	-3,5	-16,5	-13,7	-57,4
Suuri	-31,2	-3,1	-15,7	-13,7	-63,8
Saneerauskohte					
Pieni	-19,7	-2,5	-10,7	-20,5	-53,3
Keski-kokoinen	-24,0	-2,3	-11,0	-19,5	-56,8
Suuri	-30,3	-2,0	-10,2	-18,7	-61,3

Tulokset MPuk – muuttujien vaikutus

Mpuk	Vaikutus kokonaispäästöihin (%)				
	Lyhyt kuljetusmatka	Betoni-murske	Kierrätys-asfaltti	Vähäpäästötöiset työkoneet	Kokonaispäästö-säästöpotentiaali
Uudiskohde, neits.					
Pieni	-9,4	-2,0		-3,9	-15,3
Keski-kokoinen	-5,6	-0,8		-1,9	-8,3
Uudiskohde, kaupunki					
Pieni	-8,8	-2,0	-5,3	-6,0	-22,2
Keski-kokoinen	-5,5	-0,8	-2,9	-3,0	-12,3
Saneerauskohte					
Pieni	-12,3	-2,0	-4,4	-10,8	-29,5
Keski-kokoinen	-8,6	-0,8	-2,6	-6,0	-18,0

Mpuk	Vaikutus maanrakentamisen päästöihin (%)				
	Lyhyt kuljetusmatka	Betoni-murske	Kierrätys-asfaltti	Vähäpäästötöiset työkoneet	Kokonaispäästö-säästöpotentiaali
Uudiskohde, neits.					
Pieni	-27,6	-5,8		-11,4	-44,8
Keski-kokoinen	-33,0	-4,9		-11,2	-49,1
Uudiskohde, kaupunki					
Pieni	-19,1	-3,5	-11,6	-13,1	-47,4
Keski-kokoinen	-23,9	-3,3	-12,7	-13,0	-52,9
Saneerauskohte					
Pieni	-22,3	-2,4	-8,0	-19,4	-52,1
Keski-kokoinen	-26,9	-2,1	-8,2	-18,8	-56,0

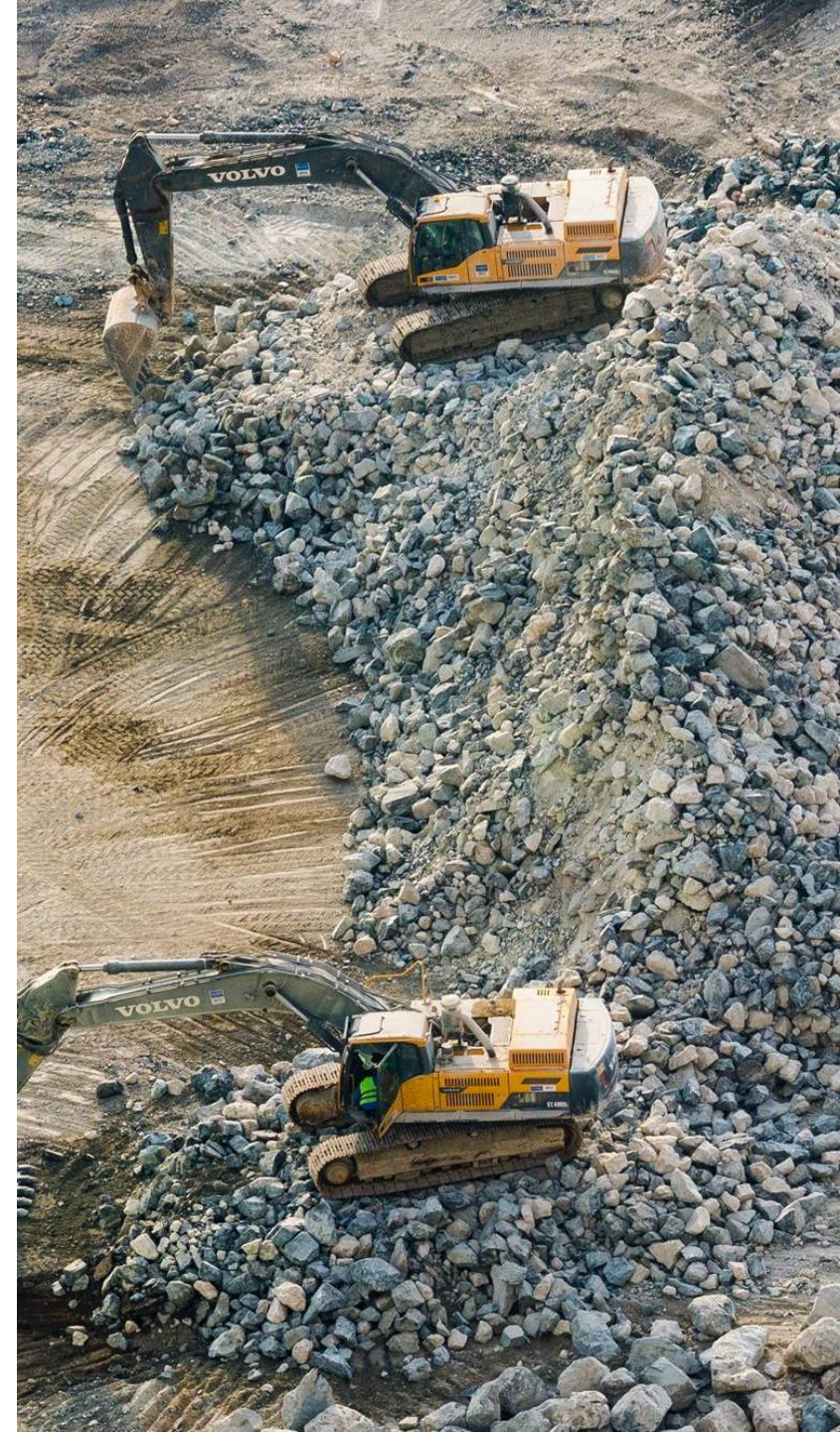
Kierrätysmateriaalit kaukolämpötyömailla

Kierrätysmateriaalit

Kierrätysmateriaalien käyttöä voidaan edistää täyttö- ja rakennekerroksissa sallimalla erilaisten kierrätysmateriaalien käyttö kaukolämpötyömailla.

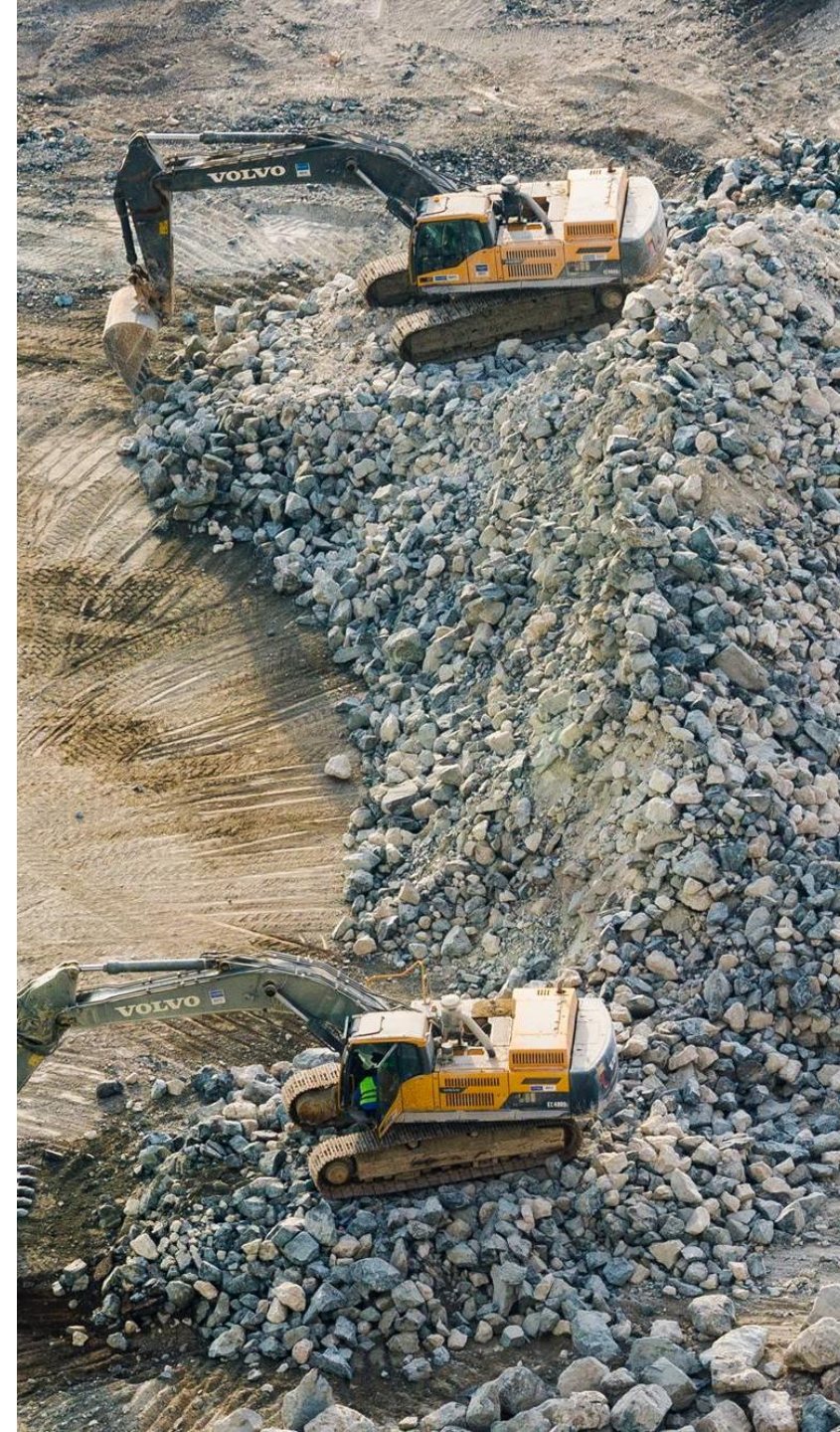
Tavoitteena kierrätysmateriaalien käytön lisäämisessä on neitseellisten maaineisten käytön vähentäminen. Edistäviä vaihtoehtoja ovat muun muassa seuraavat:

- Betonimurskeen käyttäminen lopputäytöissä kantavana rakenteena. Betonimurskeen ominaisuutena on hiilidioksidin sitominen.
- Voimalaitoksissa syntyvän arinahiekan hyödyntäminen kaukolämpöjohtojen ympäristäytössä.
- Kaivettujen maamassojen uudelleen hyödyntäminen ja jalostaminen vastaamaan rakennekerrosten vaatimuksia.
- Asfalttirouhe ja RC-asfalttipäällysteet
- Kierrätysmateriaalien käytön edellytyksenä on, että materiaalien täytyy olla yhteensopivia kaukolämpörakenteiden kanssa, esimerkiksi korroosivaikutukset, lujittuminen ja vedenläpäisevyys tulee huomioida.



Kierrätysmateriaalit

- Kaupunkien, kuntien, maanomistajan ja -haltijan ohjeistukset ja sijoituskohdan käyttö ohjaavat maarakenteiden käyttövaatimuksia
 - Sijoituslupa määrittää maarakenteiden vaatimukset ja sijoituslupien asettamat ehdot voivat tapauskohtaisesti rajoittaa kierrätysmateriaalien käyttöä.
 - Kaupunkien ja kuntien välillä on eroavaisuuksia, miten ne sallivat maamassojen uudelleen käyttöä ja kierrätysmateriaalien hyödyntämistä.
 - Maamassojen uudelleen hyödyntämisen ja kierrätysmateriaalien käytön edistämiseksi, tulisi kuntien ja kaupunkien maarakennuksen ohjeistuksia päivittää, jotta ne mahdollistaisivat uusiomateriaalien käytön kaukolämpöyhtiöiden täyttömaissa.
- Kaukolämpöyhtiöiden tulee varmistua, että käytettävät kierrätysmateriaalit soveltuvat täyttö- ja rakennekerroksiin.



Kierrätysmateriaalit

- 2MPuk-kaukolämpöjohto koostuu teräksisestä virtausputkesta, jota ympäröi polyuretaanieriste ja PE-suojakuori. MPuk-elementissä meno- ja paluuvirtausputket ovat yhteisen polyuretaanieristeen ja PE-suojakuoren sisällä.
- Kaukolämpöjohdot sisältävät kierrätyskelpoisia materiaaleja. Kaukolämpöjohto päätty kierrätykseen, kun se korvataan uudella ja vanha käytöstä poistettava johto kaivetaan pois saneerauksen yhteydessä.
 - Käytöstä poistettavat kaukolämpöjohdot jätetään kuitenkin usein käyttämättömänä maan alle, eikä johtoja kaiveta pois lisäkaivuutyön ja muiden kustannusten takia, ellei johdon pois kaivaminen ole erityisesti tarpeen.
- Kaukolämpöelementeissä käytettäviin kierrätysmateriaaleihin voi lähtökohtaisesti vaikuttaa vain elementtivalmistajat.
- Elementtivalmistajilla syntyy kierrätysmateriaalia lähinnä vain epäonnistuneessa tuotantoajossa.
- Suomen markkinoilla on materiaalikierrätykseen erikoistuneita yhtiöitä, jotka kierrättävät teräksen, ohjaavat PE-suojakuoren takaisin uusiomuovin raaka-aineeksi ja käyttävät polyuretaani-eristeen lämmöntuotantoon.



Kierrätysmateriaalit

- Kierrätysteräksen osuus kaukolämmön virtausputkessa on riippuvainen teräksen tuottajasta. Tarkempia tietoja kaukolämpöelementeissä käytettävän teräksen kierrätysasteesta ei ole.
- Yleisesti kierrätysteräksen osuus EU:ssa 55 % ja esimerkiksi SSAB:n tuotannossa 45 %.
- Edistävät toimet kaukolämpöputkien kierrätyksessä ovat muun muassa:
 - Energiateollisuus ry:n tiedottaminen kaukolämpöelementtien kierrättämismahdollisuuksista ja kierrätyksen merkityksen korostaminen materiaalikierron sekä päästöhyötyjen kannalta. Johtoelementtien kierrätyksellä on työssä tehdyn LCA-tarkastelun perusteella saavutettavissa nettopäästöhyötyjä.
 - SFS-EN 253:2019 päivittäminen mahdollistaen uusiomuovin käytön myös muusta kuin valmistajan omasta tuotannosta. Elementtivalmistajat voivat standardin mukaan uusiokäyttää muovisuojarahputken tuotannossa tällä hetkellä vain omasta tuotannosta syntyvää muovia.



Kaukolämpötyömaiden suunnittelun ja rakentamisen ohjaus

ET:N URAKAN TARJOUSPYYNTÖASIAKIRJAMALLIT

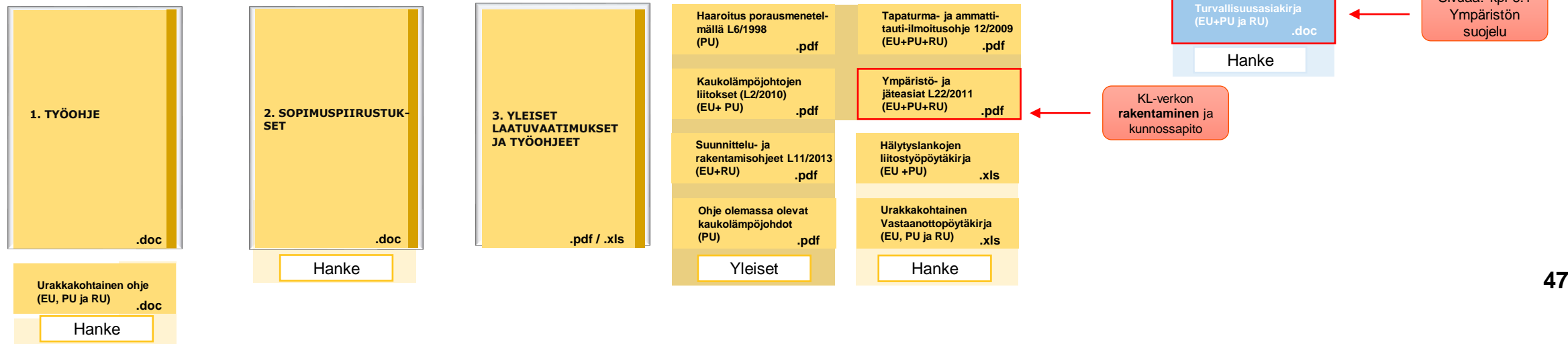
PÄÄSTÖ- JA KIERRÄTYSNÄKÖKULMAT NYKYTILANTEESSA

LYHENTEET
Eristysurakka = EU
Putkiurakka = PU
Rakennusurakka = RU

A KAUPALLISET ASIAKIRJAT



B TEKNISET ASIAKIRJAT



Kaukolämpöverkon rakentamisen urakka-asiakirjat – Päästönäkökulmat nykytilanteessa

- Energiateollisuus ry:n kaukolämpöverkon rakentamisen urakka-asiakirjat on päivitetty viimeksi vuonna 2014 (L5/2014)
- Nykyiset urakka-asiakirjapohjat ja kaukolämpöverkon rakentamiseen liittyvät suositukset sisältävät päästönäkökulmasta ohjaavina toimina mm. kaivuumaiden hyötykäyttöä esimerkiksi lopputäyttöissä sekä kaukolämpötyömaiden jäteasioiden ohjaustoimia

Energiateollisuus ry:n malliasiakirjoissa Työmaiden päästöihin ja ympäristöasioihin liittyviä mainintoja on:

- Kaivuumaiden hyötykäytöstä mm. rakennusurakan työohjeessa sekä suosituksessa "Suunnittelun ja rakentamisen ohje (L11/2013)"
- Jäteasioista lähinnä suosituksessa L22/2011 "Ympäristö- ja jäteasiat kaukolämpöverkon rakentamisessa ja kunnossapidossa" sekä lyhyesti Urakkaohjelmassa kappaleissa 6.1 "Ympäristön suojele"
- Kaupunkikohtaiset ohjeistukset vaikuttavat kaukolämpörakentamiseen, muun muassa sallittujen täyttömaiden osalta.
- Muut alalla kehittyneet ohjeistukset/suosituksset, jotka ovat päivittyneet viime vuosien aikana: mm. vähähiilinen betoni luokittelu, betonimurskeen käyttö (kaupunki ohjeet, MARA), InfraRYL, Jätelainsäädäntö, kaupunkien tavoitteet/ohjeet/strategiat



Kaukolämpöverkon rakentamisen urakka-asiakirjat – Päästönäkökulmien kehittäminen

- Päästönäkökulmien ja päästöihin vaikuttavien ohjaustoimien sisällyttäminen nykyisiin kaukolämpöverkon rakentamisen urakka-asiakirjoihin vaatisi urakka-asiakirjojen laajempaa päivittämistä tai vastaavasti uusien osioiden sisällyttämistä asiakirjoihin omina pääkohtinaan. Tämä on työläs vaihtoehto, sillä pienikin muutos edellyttää päivityksiä moneen eri asiakirjaan. Periaatteena ”yksi asia yhdessä paikassa”.
- Suositeltavampi ja tehokkaampi toimenpide päästönäkökulmien esiintuomiseksi ja niiden edistämiseksi on, että tehdään uusi kaukolämpörakentamisen päästöasioita käsittelevä suositus. Ko. suositus ohjaa kaukolämpörakentamista vähäpäästöisempään suuntaan ja esittää keskeisimmät toimet, joilla kaukolämpöyömaiden päästöihin on mahdollista vaikuttaa.
- Uuden suosituksen tulisi sisältää muun muassa seuraavat pääteemat:
 - Uusiomateriaalien hyötykäyttö ja vähähiiliset ratkaisut / Materiaalitehokkuus
 - Kaivuumateriaalien hyötykäyttö / Neitseellisten materiaalin käytön minimointi
 - Kaivuumaiden välivarastointi / Resurssitehokkuus
 - Työkoneiden päästöt / Päästötehokkuus
 - Kuljetusmatkat / Päästötehokkuus
 - Yhteisrakentaminen / Resurssitehokkuus



Kaukolämpöverkon rakentamisen urakka-asiakirjat – Päästönäkökulmien kehittäminen

Esimerkkejä suosituksen sisällöstä:

- Uusiomateriaalien hyötykäyttö (rakennus-, putki- ja eristysurakat)
 - Miten ja millaisten uusiomateriaalien käyttöä voidaan edistää ja ohjata eri urakoissa esimerkiksi materiaalien osilta?
- Kaivuumateriaalien hyötykäyttö (rakennusurakka)
 - Kaivuumateriaalien hyötykäyttö mahdollisuudet ja niiden ohjausmahdollisuudet
 - Muiden vaihtoehtoisten materiaalien käyttö täyttömaana?
- Kaivuumaiden välivarastointi (rakennusurakka)
 - Välivarastoinnin mahdollisuudet ja vaikuttaminen kuljetusmatkojen päästöihin
- Työkoneiden päästöt (pääosin rakennusurakka)
 - Vähäpäästöisten työkoneiden suosiminen (esim. sähkö ja biodiesel)
- Kuljetusmatkat (pääosin rakennusurakka)
 - Kuljetusmatkojen vaikuttamismahdollisuudet maa-aineisten kuljetusten ja johtomateriaalien osalta?
- Yhteisrakentaminen (rakennusurakka)
 - Kaukolämpöverkostojen yhteisrakentamisen yhteensovittamisen mahdollisuudet

Kaukolämpötyömaiden urakat jaotellaan tyypillisesti rakennus-, putki- ja eristysurakoihin.

Uusi suositus kattaisi kaikki urakat ja esittäisi konkreettiset toimet, joilla voidaan vähentää kaukolämpörakentamisen kokonaispäästöjä.

Esimerkkejä päästöttömien työmaiden edistämisestä

Green Deal

Päästöttömät työmaat – kestävien hankintojen green deal -sopimus

Päästöttömät työmaat green dealin tavoitteet



Green Deal mahdollisuutena

Sopimus luo mukana oleville toimijoille pitkäjänteiset yhteiset tavoitteet ja tiekartan niiden saavuttamiseksi. Sopimuksen tavoitteena on vähentää hankintayksikköjen työmailla syntyviä päästöjä pitkäjänteisesti julkisten hankintojen avulla. Sopimus sisältää useita lyhyemmän aikavälin tavoitteita.

Halutessaan liittyä sopimukseen, tulisi hankintayksikön olla yhteydessä KEINO-osaamiskeskuksen yhteyshenkilöön sopiakseen liittymisen yksityiskohdista.

Green Deal – Päästöttömät työmaat

Sähkökäyttöisten työkoneiden edistäminen infrarakentamisessa, pisteytys

<https://kriteeripankki.fi/c/378>

Työkoneiden päästöluokkavaatimukset päällystysurakoissa

<https://kriteeripankki.fi/c/372>

Työkoneiden päästöluokkavaatimukset infrarakentamisessa

<https://kriteeripankki.fi/c/342>

Sähkökäyttöisten työkoneiden edistäminen infrarakentamisessa, vähimmäisvaatimus

<https://kriteeripankki.fi/c/377>

Työkoneiden fossiilivapaat polttoaineet ja käyttövoimat

<https://kriteeripankki.fi/c/374>

Lisätietoja:

<https://kriteeripankki.fi/>

<https://sitoumus2050.fi/paastotontyomaa#/>

Kriteeripankki on KEINO osaamiskeskuksen palvelu, jonka ylläpidosta ja kehittämisestä vastaa Motiva Oy. Kriteeripankista voi hakea hankinnoissa sovellettavia vastuullisuuskriteereitä hankittavan tuotteen tai palvelun sekä hankinnassa huomioitavan vastuullisuustavoitteen perusteella.

Kriteereitä voidaan hyödyntää:

- tarjouspyynnössä vähimmäisvaatimuksina
- hinta-laatusuhteen vertailuperusteina
- tai sopimusehtoina.

Maarakentamiseen soveltuvia uusiomateriaaleja

Uusiomateriaalien hyötykäyttö rakentamisessa on aina selvitettävä materiaali- ja hankekohtaisesti.

Uusiomateriaalit ovat teknisiltä ja kemiallisilta ominaisuuksiltaan erilaisia, jolloin niiden soveltuvuus käyttökohteeseen on varmistettava. Esimerkiksi betonimurskeen yhteydessä on hyvä tarkistaa, vaikuttaako betonimurskeen lujittuminen tai läpäisevän veden korkea pH rakenteen toimivuuteen.

Hankekohtaisesti on selvitettävä, onko tilaajalla yleisiä linjauksia uusiomateriaalien käytöstä. On myös tärkeää tarkistaa, aiheuttavatko hankkeen ympäristöolosuhteet rajoitteita hyötykäytölle, sekä millaisen lupaprosessin uusiomateriaalien hyödyntäminen edellyttää.

Lisätietoja ja aineistoja uusiomaarakentamiseen löytyy kattavasti sivustolta www.uusiomaarakentaminen.fi

Taulukko 2.1 Esimerkkejä UUMA-materiaaleista, joita on teknisesti mahdollista hyödyntää katujen, kenttien, yms. rakentamisessa. Taulukossa on esitetty ominaisuuksia, joilla on tai saattaa olla vaikutusta materiaalien soveltuvuuteen maanalaisen verkostojen yhteydessä.

Uusiomateriaali	Rakennusosa, jossa mahdollista käyttää	Lujittumisen rakenteessa	pH ⁽¹⁾	Aggressiivisuus	Vedenläpäisevyys verrattuna KaM
Käsitelty jätepolton pohjakuona	jakava, suodatin, pengertäyttö, lopputäyttö	lujittuu hie- man, riip- puu rakei- suudesta	9,0–11,2 ^(g)	Hienommista lajiteista liu- nee kloridia, joka on aggressii- vinen mm. teräkselle. Korkea pH on aggressiivinen alumiinille ja polyesterille.	pienempi
Lentotuhka kivihiilen pol- tosta tai biopol- tosta	jakava, pengertäyttö, lopputäyttö	lujittuu ⁽²⁾	10,8– 11,5 ^(a) 9–13 ^(e)	Tuhkalajit tarkasteltava materi- aaleittain, PK-seudun kivihiili- tuhkat ovat mahdollisesti ei-ag- gressiivisia ⁽⁴⁾ . Biopolton tuh- kien korroosio-ominaisuuksista ei liene riittävästi tutkimustie- toa. Korkea pH on aggressiivi- nen alumiinille ja polyesterille.	pienempi
Pohjatuuhka	suodatin, pengertäyttö, lopputäyttö	ei lujitu	8–10 (ar- vio)	Aggressiivisuus vastaa lähes luonnon kiviaineksa ⁽³⁾ (4). Kor- kea pH on aggressiivinen alu- miinille ja polyesterille.	pienempi
Pohjahiekka (leijupetihiekka)			11,3– 11,7 ^(h)		≈ sama
Vahtolasi- murske	kevennys, routaeriste, lopputäyttö	ei lujitu	10–11 ^(b)	Korroosiovaikutus vastaava tai pienempi kuin kiviaineksella. Korkea pH voi olla aggressiivi- nen alumiinille ja polyesterille.	suurempi
Rengasleike (rengasrouhe)	kevennys lopputäyttö	ei lujitu	6–7 (ar- vio)	Ei aggressiivinen. Suotautuva vesi voi olla ruosteista renka- iden teräsvöiden takia	suurempi
Betonimurske	kantava, jakava, pengertäyttö, lopputäyttö	lujittuu/ei lujitu, riip- puu BeM- luokasta	11 ^(c) < 12,5 ^(f)	Ei aggressiivinen. Korkea pH on aggressiivinen alumiinille ja polyesterille. ^(f)	pienempi
Tiilimurske	pengertäyttö, suodatin, lopputäyttö	ei lujitu	< 11 (ar- vio)	Ei aggressiivinen. pH voi olla korkea => aggressiivinen alu- miinille ja polyesterille. ^(f)	vastaava
Hiekotushiekka	pengertäyttö, suodatin, lopputäyttö	ei lujitu	6–7 (ar- vio)	Teiden suolauksesta johtuen mm. kohonnet klordin liukoi- suudet => voi olla aggressiivi- nen teräkselle.	vastaava
Masuunihiekka	jakava, pen- gertäyttö, suodatin, lop- putäyttö	lujittuu	> 12	Korkea pH on aggressiivinen alumiinille ja polyesterille. Lasi- maisuuksien vuoksi ei katsota olevan aggressiivinen. ⁽ⁱ⁾	≈ sama
Masuunikuona	kantava, ja- kava, peng- ertäyttö, suoda- tin, loppu- täyttö	lujittuu	> 11	Korkea pH aggressiivinen alu- miinille ja polyesterille. Korroo- siotutkimus tarvitaan arvioinnin tueksi	vastaava

Uusiomateriaali	Rakennusosa, jossa mahdollista käyttää	Lujittumisen rakenteessa	pH ⁽¹⁾	Aggressiivisuus	Vedenläpäisevyys verrattuna UUMA
Ferrokromi- kuona (OKTO- tuotteet)	kantava, ja- kava, peng- ertäyttö, suoda- tin, loppu- täyttö	ei lujitu	> 9	Korkea pH voi olla aggressiivi- nen alumiinille ja polyesterille. Korroosiotutkimus tarvitaan ar- vioinnin tueksi	vastaava
Kalkkikivi- murske	pengertäyttö, suodatin, lop- putäyttö	ei lujitu	7–9	Ei aggressiivinen	vastaava
Valimohiekka	pengertäyttö, suodatin, lop- putäyttö	ei lujitu	8,5–11,5	Ei aggressiivinen. Korkea pH voi olla aggressiivinen alumi- niinille ja polyesterille.	vastaava
Puretun päälly- rakenteen ki- viaines, yms.	jakava, suodatin, pen- gertäyttö, lop- putäyttö	ei lujitu	(4)	(4)	vastaava
Puretun päälly- rakenteen UUMA-materi- aali		(2)	(5)	(5)	vaihtelee

- 1) Korkea pH on haitallinen mm. alumiinille ja polyeste-
terille
- 2) Lujittuminen vaihtelee UUMA-materiaalista ja sen
varastoinnista, käsittelystä, tiivistämisestä ja olo-
suhteista riippuen

- 3) Helenin pohjatuuhkaa voidaan hyödyntää Helenin kauko-
lämpöpötkien suojatäytössä (vrt. alkutäyttö mm. Infra-
RYLissä)
- 4) Vastaava kuin luonnon kiviaineksella, suolatulla teillä
kloridipitoisuus voi aiheuttaa korroosiota
- 5) Vaihtelee UUMA-materiaalista riippuen

Taulukon 2.1 kirjallisuus:

- a) VTT 2009
b) MaaRYL 2021 (luonnos)
c) YM 2020
d) Sottinen 2020
e) Napari 2016, LT:n vanhetessa pH:n on
havaittu alenevan tasolle 8-9
f) HSY 2014a
g) Ramboll 2021
h) Fortum 2018
i) Oulun kaupunki 2017

Tekniset verkostot uusiomaarakentamisessa 2023
oppaassa on esitelty, miten luonnon maa-aineksia korvaavia uusiomateriaaleja (UUMA-materiaaleja) voidaan käyttää maanalaisen verkoston yhteydessä erilaissa maarakenteissa.

Oppaassa käydään läpi laajasti verkostojen yhteydessä hyödynnettäviä uusiomateriaaleja, niiden vaikutuksia eri verkostomateriaaleille, vesijohtojen seinämän läpäisyriskiä sekä rakentamisessa ja kunnossapidossa huomioitavia asioita.

Maarakentamiseen soveltuvia uusiomateriaaleja

UUMA4-ohjelma on laatinut ohjeen UUMA-urakkaohjelman laatimiseksi. Ohje on tarkoitettu suuntaa antavaksi avuksi uusiomaarakentamisen huomioimiseksi urakkaohjelmassa.

Kukin hankekohtainen urakkaohjelma tulee laatia hankkeen ominaispiirteet ja suunniteltujen uusiomateriaalien käyttö huomioiden.

Urakkaohjelman rakenne soveltuu parhaiten kokonaisurakoihin tai jaettuihin urakoihin. Muissa urakkamuodoissa ohjetta voidaan hyödyntää soveltuvien osien osin.

Urakkaohjelmapohja on ladattavissa osoitteesta:
www.uusiomaarakentaminen.fi

OHJE UUMA-URAKKAOHJELMAN LAATIMISEKSI

Tämä UUMA-urakkaohjelman laatiminen -ohje perustuu maarakennustyön urakkaohjelman laatiminen -RT-ohjekorttiin 103288. Ohjeen rakenne ja litterointi noudattaa maarakennustyön urakkaohjelmaa, täydentäen sitä uusiomaarakentamisen kirjauksilla.

Ohje on tarkoitettu suuntaa antavaksi avuksi uusiomaarakentamisen huomioimiseksi urakkaohjelmassa. Kukin hankekohtainen urakkaohjelma tulee laatia hankkeen ominaispiirteet ja suunniteltujen uusiomateriaalien käyttö huomioiden.

Urakkaohjelman rakenne soveltuu parhaiten kokonaisurakoihin tai jaettuihin urakoihin. Muissa urakkamuodoissa ohjetta voidaan hyödyntää soveltuvien osien osin.

Ohje on laadittu osana uusiomaarakentamisen UUMA4-ohjelman 2021–2023 tuotoksia.

Uusiomaarakentamisen ja -materiaalien määrittelyä

Uusiomaarakentaminen: Maarakentamiseen soveltuvien uusiomateriaalien hyötykäyttö maa -rakentamisessa. Uusiomateriaaleilla voidaan korvata maarakentamisessa käytettäviä luonnon kiviaineita. Niitä voidaan käyttää maarakentamisessa joko sellaisenaan, sideaineena tai komponentteina korvaamaan neitseellisiä kiviaineita tai parantamalla niiden ominaisuuksia.

Uusiomateriaali: Uusiomateriaaleja saadaan ylijäämämaista, teollisuuden sivutuotteista ja jätteistä, lievästi pilaantuneista maista, purettavista rakennuksista ja rakenteista sekä vanhojen maarakenteiden materiaaleista.

Ohjeessa käytettyjä tekstityylejä

Ohjetekstit Ohjetekstit ohjeistavat urakkaohjelman laatijaa täydentämään hankekohtaisia uusiomaarakentamisen kirjauksia.

Mallitekstit Mallitekstit toimivat uusiomaarakentamista koskevien vaatimusten malleina, joita muokataan ja täydennetään vastaamaan hankekohtaisia vaatimuksia.

~~Yliviivatut tekstit~~ Ohjeesta on yliviivattu sellaiset urakkaohjelman otsikot, jotka eivät sisälly tähän uusiomaarakentamisen ohjeeseen.

Vähähiilistä kiertotaloutta edistävät hankintakriteerit

Kriteeri	Todentaminen
Uusiomateriaaliosaaminen maarakentamisessa Suunnittelijalla/rakennusurakan toteuttajalla tulee olla uusiomateriaaliosaamista. Esimerkiksi osaamista uusiomateriaalien käyttömahdollisuuksien arvioinnista ja uusiomateriaalirakenteiden suunnittelusta/toteutuksesta.	Referenssit
Kiertotalousosaaminen infrarakentamisessa Suunnittelijalla/rakennusurakan toteuttajalla tulee olla kiertotalousosaamista. Tarjoajalla on oltava suunnitelma kiertotalouden huomioinnista	Kuvaus siitä, miten yritys ottaa hankkeissa huomioon kiertotalouden mahdollisuudet
Ympäristösuunnitelma Urakoitsijalta edellytetään kuvausta ympäristösuunnitelmasta, joka sisältää tarkastelun kiertotalouden ja vähähiilisyyden edistämismahdollisuuksista. Tarjouspyynnössä määritellään, mitä ympäristösuunnitelman tulee sisältää. Vähimmäisvaatimus/sopimusehto	Urakoitsija laatinut kyllä/ei
Urakassa tulee käyttää tilaajan olemassa olevat kivet tai kiviaines Urakkaohjelmaan täydennetään käytössä olevat vanhat esim. reuna- ja katukivet ja osoite, missä ne sijaitsevat. Vähimmäisvaatimus.	Urakoitsijan vakuutus
Uusiomateriaaliosuus kokonaisuutena tai tietyssä rakenteessa XX % Vähimmäisvaatimus xx % osuus tai pisteytys. (Käytännössä usein käytetään muodossa: Hankkeessa sallitaan uusiomateriaalien käyttö xx rakenteissa.)	Suunnittelijan/ urakoitsijan laatima selvitys

Kriteeri	Todentaminen
<p>Rakennushankkeessa edellytetään sementin ja/tai runkoaineen korvaamista uusiomateriaaleilla.</p> <p>esim infrabetonilaatoissa, betoniporsaissa, betonista tehdyissä kiveyksissä) Vähimmäisvaatimus</p>	Urakoitsijan vakuutus
<p>Päällysteen uusiomateriaaliosuus Vähimmäisvaatimus xx % osuus tai pisteytys</p>	Asfalttiaseman tuotantoraportit
<p>Urakoitsijaa edellytetään käyttämään matalalämpöasfalttia (WMA).</p>	Asfalttiaseman tuotantoraportti valmistuslämpötilasta
<p>Rakennusmateriaalin kierrätettävyyksivaatimus</p>	Toimittajan vakuutus tai kuvaus, miten materiaali on kierrätettävissä.
<p>Rakennushankkeen hiilijalanjäljen laskenta</p> <p>Hankkeen suunnittelussa edellytetään hiilijalanjäljen laskentaa eri materiaalivalinnoille (uusiomateriaalit vrt. neitseelliset materiaalit) niiden valmistuksen ja kuljetusmatkojen aiheuttamat päästöt huomioiden. Vähimmäisvaatimus</p>	Tilaajan määrittämän laskentamallin käyttäminen.
<p>Rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen laskeminen/ilmoittaminen: Suunnittelijalta /urakoitsijalta edellytetään kohteessa käytettävien merkittävimpien materiaalien valmistuksen ja kohteeseen kuljettamisen aiheuttamien hiilidioksidipäästöjen laskentaa/ilmoittamista. Vähimmäisvaatimus tai pisteytys</p>	Ympäristötuoteseloste tai tilaajan määrittelemä tuoteryhmän laskutapa
<p>Käytetylle teräkselle tulee olla tehtynä tyyppin III EPD tarkastelu.</p>	Standardin mukaan laadittu ympäristötuoteseloste EPD. (Urakoitsija on velvollinen pitämään kirjaa ja todistamaan tuotteen laatuominaisuudet ja ympäristö ympäristövaikutukset)
<p>Sementin valmistuksen CO₂ -päästöjen tulee alittaa XX kg CO₂/kg.</p>	Standardin mukaan laadittu ympäristötuoteseloste EPD. (Urakoitsija on velvollinen pitämään kirjaa ja todistamaan tuotteen laatuominaisuudet ympäristöympäristövaikutukset)
<p>Vähähiilinen betoni BY-Vähähiilisyysluokitus 13.11.2021. Rakenteeseen valitaan betoni vähähiilisyysluokan mukaan.</p>	Valmistajat laskevat BY:n laskurilla vähähiilisyysluokan.

Johtopäätökset ja suositukset

Johtopäätelmät

- Työn tavoitteena oli selvitys kaukolämpöyömaiden suurimmista päästölähteistä, niiden merkittävyydestä sekä miten eri toimet vaikuttavat kaukolämpöyömaiden päästöihin ja mikä on eri toimien vaikutus kaukolämpöyömaiden kokonaispäästöihin.
- Perustapauksien päästöt kgCO₂e esitettiin johtometriä kohden 2Mpuk- ja Mpuk-kanavien tyyppipioikkileikkauksille. Päästölaskennan tulokset, koonti ja eri muuttujien vaikutukset päästöihin esitetään erillisessä Excel-tiedostossa tapauksittain. Tiedostoa voidaan käyttää kaukolämpöyömaiden kokonaispäästöjen arvioinnissa hyödyksi.
- Kaukolämpöyömaiden kokonaispäästöihin vaikuttaa erityisesti johtokoko. Suurien 2MPuk-johtokokojen osalta kokonaispäästö on noin 660-725 kgCO₂e /m välillä, kun taas pienten Mpuk-johtokokojen tapauksessa 45-65 kgCO₂e /m välillä.
- Maarakennustöiden kokonaispäästö johtometriä kohden vaihtelee 15-120 kgCO₂e/m välillä.
- Kaukolämpöjohdon materiaalien, asennusten ja kuljetusten osuus on työmaiden kokonaispäästöistä merkittävin, ja se vaihtelee tapauksesta, putkityypistä ja -koosta riippuen 26-93 % välillä. Mitä suurempi johtokoko on, sen suurempi on kaukolämpöjohdon osuus työmaan kokonaispäästöistä.
- Saneerauskohteet, joissa uusi kaukolämpöjohto kaivetaan vanhan käytöstä poistuvan rinnalle ja vanha kaukolämpöjohto kaivetaan pois, on perustapauksia vertaillen suurin kokonaispäästöiltään. Saneerauskohteen päästöihin vaikuttaa käytöstä poistuvan johdon esiin kaivaminen ja kaivannon täyttö.
- Kaukolämpöjohtojen kierrätyksen ilmastohyötyjä tarkasteltiin LCA-tarkastelulla pienille, suurille ja keskikokoisille 2Mpuk- ja Mpuk-rakenteille, millainen nettopäästöhyöty kaukolämpöjohtojen kierrätyksellä saavutetaan, jos käytöstä poistuva kaukolämpöjohto kierrätetään kokonaisuudessaan. Suurien johtokokojen osalta nettopäästöhyöty on noin -80 kgCO₂e/m ja pienien noin -4 kgCO₂e/m. Nettopäästöhyöty korostuu erityisesti, kun johtokoko on suuri.



Johtopäätelmät

- Päästövaikutuksia tarkasteltiin erilaisilla muuttujilla herkkyystarkasteluna, joita olivat kuljetusmatka, kaivantojen uusiomateriaalit, maaperä, asfaltointi ja työkoneet. Päästövaikutusten suuruuteen vaikuttavat rakennettava johtokoko ja putkityyppi (2Mpuk/Mpuk).
- Herkkyystarkastelun perusteella, kokonaispäästösäästö on tapauksesta riippuen noin 5–30 %, jos kuljetussuoritteet tehdään lyhyillä etäisyyksillä, työsuoritteet vähäpäästöisellä polttoaineella ja rakentamisessa käytetään kierrätysasfalttia ja betonimursketta.
- Tarkastellessa kokonaispäästösäästöä tarkemmin, Mpuk-putkityypissä lyhyt kuljetusmatka vähentäisi kokonaispäästöjä arviolta 5-12 % ja 2Mpuk-putkityypissä 2-9 %. Nollapäästöisen uusiomateriaalin käyttö tasauksissa ja kantavassa kerroksessa pienentäisi päästöjä 2 – 11 %. Tämän lisäksi kierrätysasfaltin käyttö pienentäisi kokonaispäästöjä 2Mpuk-putkityypissä 2-6 % ja Mpuk-putkityypissä 3-4 %.
- Kaukolämpötyömailla käytettäviä kierrätysmateriaaleja tulisi edistää, koska kierrätysmateriaalien käytöllä voidaan vähentää työmaiden kokonaispäästöjä. Täyttörakenteista mm. betonimurske ja arinahiikka todettiin vaihtoehtoisiksi täyttöaineiksi.
- Kierrätysmateriaalien käytössä tulee huomioida mm. kaupunkien, kuntien, maanomistajan ja –haltijan ohjeistukset ja sijoituskohdan käyttö. Tämän lisäksi täyttömateriaalien soveltuvuus erityisesti johdon ympäristäytöissä ja rakennekerroksissa on huomioitava.
- Nykytilanteessa, kaukolämpötyömaiden päästönäkökulmia ei juurikaan huomioida nykyisissä kaukolämpörakentamisen ohjeissa. Päästönäkökulmien kehittämiseksi, suositellaan laadittavaksi uusi kaukolämpörakentamista ohjaava suositus, mikä sisältäisi keskeisimmät toimet ohjaamaan kaukolämpörakentamista vähähiilisempiin ratkaisuihin.



Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL