Raitiotien Rakennekortit

16.6.2026 Ulkoinen

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Muutoshistoria

Muutoksen pvm.	Muutokset	Tekijä
1.6.2026	Rakennekortit laadittu.	Nelli Nokkonen

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

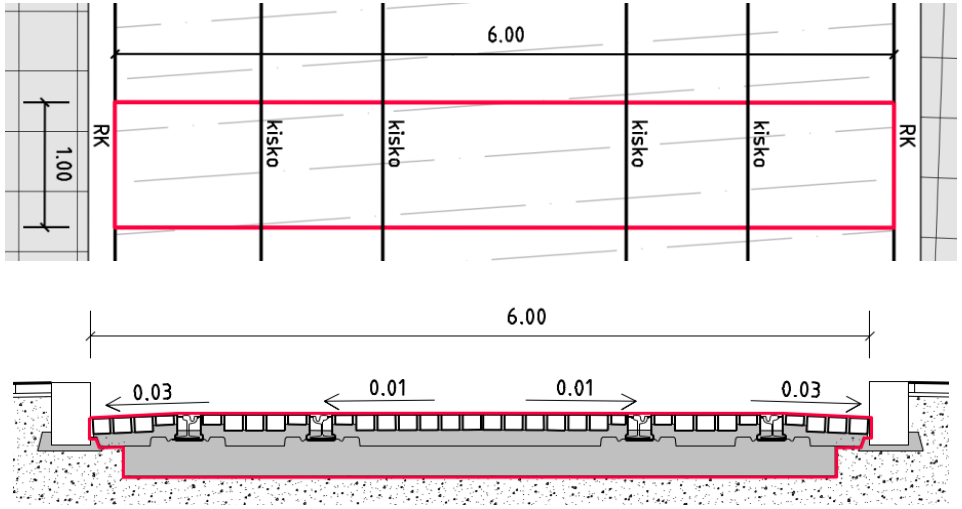
Johdanto - Rakennekortit

- Raitiotien päällysrakenteen rakennekortit on tehty suunnittelun ja päätöksenteon avuksi.
- Ne antavat yleissilmäyksen kahteen ratarakenteeseen ja useaan eri pintarakenteeseen, helpottaen eri rakenteiden vertailua keskenään.
- Rakennekorteissa esitetyt ratarakenteet ovat:
  - HKL-rakenne ja
  - Puolipölkkyrakenne
- Rakennekorteissa esitetyt pintarakenteet ovat:
  - Asfalttibetoni
  - Valettu betoni
  - Luonnonkivi
  - Betonikivi
  - Nurmikivi
  - Suljettu nurmi
  - Suljettu niitty ja
  - Avoviherraide
- Rakennekorteissa esitetään rakenteen:
  - Ominaisuuksia, mm. heikkoudet, vahvuudet ja mahdollisuudet
  - Rakentamisvaiheen päästötietoa
  - Rakentamisvaiheen kustannustietoa
  - Elinkaaritietoa, mm. käyttöikä, uudelleenkäytettävyys sekä huollettavuus
- Yhteenvetotaulukot helpottavat rakenteiden vertailua keskenään.
- Rakennekortit pohjautuvat Pääkaupunkiseudun Kaupunkiliikenne Oy:n tilauksesta tehtyyn AFRY Finland Oy: toteuttamaan *Raitiotien päällysrakenteet – raitiotiekortit* työhön

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Johdanto – Laskenta ja menetelmät

- Rakentamisvaiheen päästö- ja kustannusarviot on tehty Ihku-laskentapalvelulla syöttämällä määrätiedot laskentaohjelmaan
  - kustannukset ilmoitetaan € /ratametri
  - hiilipäästöt ilmoitetaan kgCO_2e / ratametri
- Ratametri lasketaan 6 m levyisen kaistan osuudelta



- Laskennan rajaukset
  - Ratarakenteen osalta laskentaan sisältyy betonilaatta, kisko sekä raiteen eristys. Ratalaatan alle tulevia rakennekerroksia ei ole huomioitu laskennassa.
  - Pintarakenteiden osalta laskentaan sisältyy ne kerrokset, jotka tulevat suoraan ratarakenteen päälle.
- Laskennassa käytetyn Ihku-laskentaohjelman päästötietokanta (rakennusosakirjaston versio: 27.0.705-R) perustuu suurimmilta osin Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämään kansalliseen CO2data-päästötietokantaan.
- Rakenteiden päästötiedot sisältävät elinkaarivaiheiden A1-A5 päästöt, jossa A1-A3 on materiaalien päästöt, A4 rakentamisen aikaisten kuljetuksien päästöt sekä A5 työmaatoimintojen päästöt.

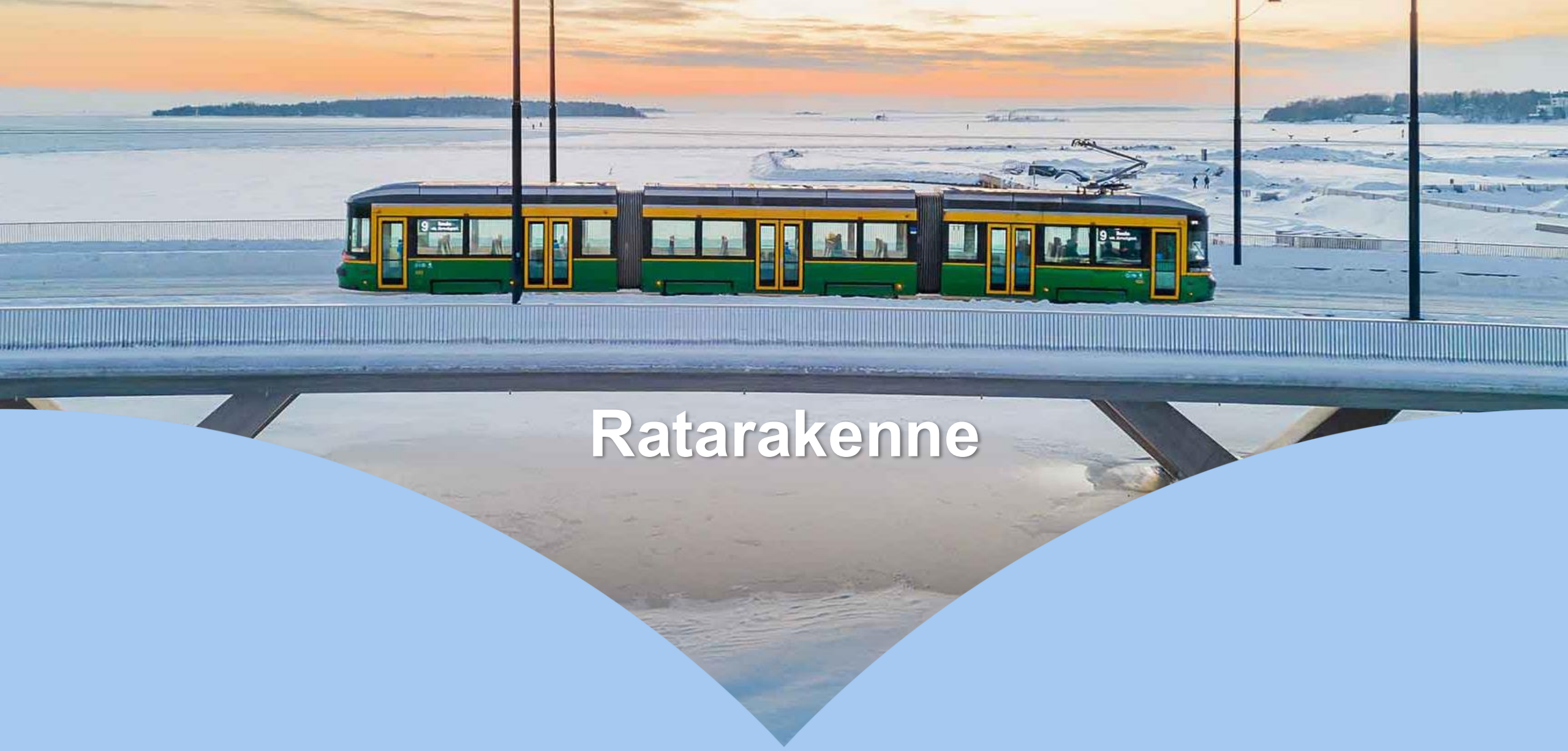
KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Johdanto – Kehitystarpeet ja huomiot

- Rakennekorttien päästölaskentaan liittyy epävarmuutta. Päästölaskenta perustuu aina laskentahetkellä saatavilla olevaan tietoon, joka edustaa sen hetkistä parasta arviota. Tiedot tarkentuvat ja päivittyvät menetelmien ja aineistojen kehittyessä.
- Kunnossapidon päästö- ja kustannustietojen lisääminen rakennekortteihin on tunnistettu tärkeäksi kehityskohteeksi.
- Kunnossapidon päästö- ja kustannustietojen keruuta tulee jatkaa, jotta ne voidaan sisällyttää rakennekortteihin tulevissa laskennoissa.

- Päästötietoja tarkastellessa on hyvä huomioida seuraavat asiat
  - Rakennekorteissa ja yhteenvetotaulukoissa esitetyt päästötiedot ovat suuntaa-antavia ja päivittyvät hankekohtaisesti.
  - Nykyinen Ihku-laskentapalvelun malli ei kata kattavasti kaikkia kuljetusten ja työmaatoimintojen päästöjä, jolloin osa päästöistä voi jäädä laskelmissa huomioimatta.
  - Lisäksi tarkemmat materiaalitoimittajat ja kuljetusetäisyydet selviävät vasta hankkeen myöhemmissä suunnittelu- tai toteutusvaiheessa.
  - Laskennassa ei ole huomioitu Kaupunkiliikenteen Päästötön työmaa -sitoumusta (Green Deal), minkä vuoksi A5-vaiheen päästöt voivat todellisuudessa olla laskettua pienemmät. Työmaatoimintojen päästöihin vaikuttavat erityisesti työkoneiden polttoaineet.

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT



Ratarakenne

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

HKL-RAKENNE

HKL-rakenne on Helsingin kantakaupungin alueella yleisesti käytetty ratarakenne, jonka rakennusosia KLOY pystyy itse valmistamaan laajemmin kuin puolipölkkyrakenteelle. Se on suunniteltu kaupunkiympäristön vaatimuksiin ja soveltuu hyvin tiiviisti rakennettuihin alueisiin.

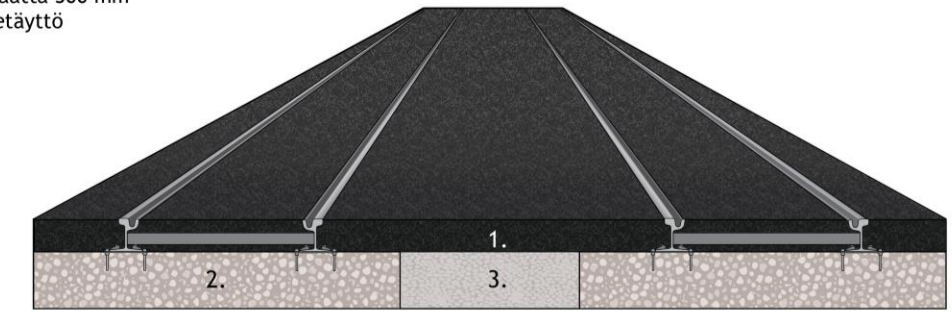
Kiskot kiinnitetään betonilaattaan kiinnikkeillä RYT:n mukaisesti. Raideleveys varmistetaan väliraudoilla, ja kiskot tuetaan laatan varaan 10–20 mm paksuisella bitumivalulla. Bitumi toimii sekä mekaanisena tukena että vaimentimena, eikä rakenteessa ole muuta hajavirtaeristystä.

HKL-rakenne on yksinkertainen ja toimivaksi todettu ratkaisu, joka mahdollistaa nopean rakentamisen ja helpon kunnossapidon tiiviissä kaupunkiympäristössä. HKL-rakenteella olevaa rataa voidaan peruskorjata osissa lyhyiden yökatkojen aikana ilman suuria poikkeusliikennejärjestelyjä raitiovaunuliikenteelle.

Kunnossapitotoimenpiteitä:

- Puhtaanapito
- Laippauran puhdistus
- Kaarteiden voitelu
- Tarvittavat hitsaukset ja hionnat
- Auraus talvella

1. Pintakerrokset (esim. AB+ABK)
2. Pohjalaatta 300 mm
3. Mursketäyttö



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		Vertailukohde	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		Vertailukohde	kgCO_2e/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		30	vuosi

Vahvuudet	Heikkoudet
Helpompi rakentaa vilkasliikenteisiin kohteisiin lyhyissä liikennekatkoissa	Hajavirtaeristyksen toteuttaminen vaikeampaa
Nopea rakentaa	

Mahdollisuudet
Kiskojen uusiminen on mahdollista ilman uuden ratalaatan valamista
Joustavampi rakenne pienissä ratalinjan muutoksissa

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

PUOLIPÖLKKYRAKENNE

Puolipölkkyrakenne on yleinen ratkaisu uusilla raitiotieosuuksilla. Se yhdistää raidemateriaalien hyvän saatavuuden markkinoilta, hajavirtaeristyksen ja joustavuuden erilaisten pintarakenteiden käyttämisessä.

Kiskot kiinnitetään betonilaattaan puolipölkyillä. Raideleveys varmistetaan puolipölkkyjen avulla, ja kiskot tuetaan laatan varaan niiden kautta.

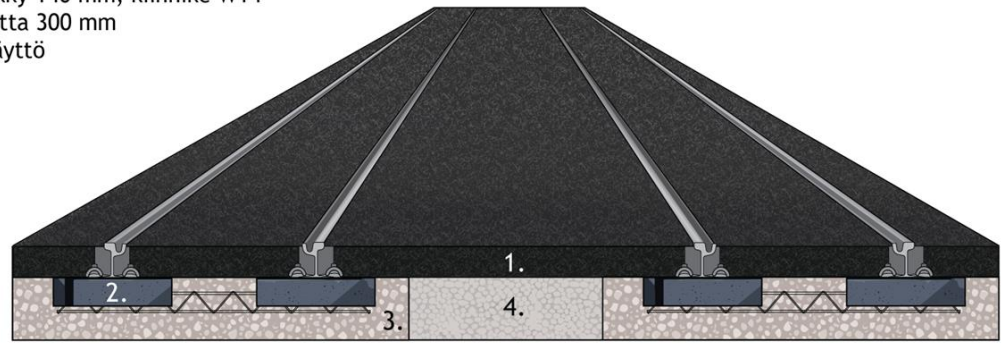
Rakenteessa on helppo käyttää kammiokumeja hajavirtaeristyksen varmistamiseksi, mikä vähentää korroosioriskiä.

Radan vaihto ei ole mahdollista yönkatkossa. Kiskonvaihdon valmistelut / purkutyöt hitaampia, koska joudutaan varomaan kiskokiinnikkeiden vaurioittamista.

Kunnossapitotoimenpiteitä:

- Puhtaanapito
- Laippauran puhdistus
- Kaarteiden voitelu
- Tarvittavat hitsaukset
- Auraus talvella

1. Pintakerrokset (esim. AB+ABK),
2. Puolipölkky 140 mm, kiinnike W14
3. Pohjalaatta 300 mm
4. Mursketäyttö



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		Rakenne on noin 38% kalliimpaa kuin HKL rakenne	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		Rakentaminen tuottaa noin 6% enemmän päästöjä kuin HKL-rakenne	kgCO_2e/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		30	vuosi

Vahvuudet	Heikkoudet
Paljon tuotevaihtoehtoja hankittavissa markkinoilta	Uusiminen lyhyissä liikennekatkoissa vaikeampaa kuin HKL-rakenne
	Kalliimpi toteuttaa
	Rakenteen uusimisesta Kaupunkiliikenteellä ei vielä kokemuksia
	Rakenteeseen tehtävät muutokset vaikeampi toteuttaa
	Kaupallinen ratkaisu, varaosia ei pystytä tällä hetkellä tekemään omatuotantona

Mahdollisuudet
Joustavammat mahdollisuudet hajavirtaeristykselle
Joustavammat mahdollisuudet erilaisille pintarakenteille

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Hajavirtaeristyksen toteuttaminen

- Hajavirtaeristys tarkoittaa raitiotiekiskojen sähköistä eristämistä ympäröivästä rakenteesta. Hajavirtaeristyksellä vähennetään raitiotien paluuvirtojen aiheuttamaa korroosiota raitiotien lähellä sijaitsevissa metallirakenteissa
- Hajavirtaeristyksen voi toteuttaa osin, vain kiskon jalan ympärille, tai koko kiskon korkeudelle. Avoimelle rakenteelle (avoviherraide ja sepelirata) eristystarve on vain kiskon jalan pohjassa.
- Lähtökohtaisesti HKL-rakenteelle toteutuu osittainen hajavirtaeristys kiskonalusbitumoinnilla, mutta kiskon sivuille eristystä ei toteuteta ja siihen ei ole teknisesti hyvää toteutusratkaisua.
- Uusille puolipölkyillä toteutetuille pikaraitioteille lähtökohtaisesti on toteutettu hajavirtaeristys kammiokumeilla, joihin löytyy valmiita tuotteita eri rakenteille ja kiskotyypeille, joko kiskon jalan että koko kiskon eristämiseen tarpeen mukaan.
- Hajavirtaeristyksen tarve arvioidaan projektikohtaisesti. HKL-rakenne ei sovellu projekteille, joissa on tarve laajalle hajavirtaeristykselle.

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Yhteenveto

Ratarakenne	Rakentamiskustannus (€/ratametri)	Rakentamisen CO_2-päästöt ($kgCO_2e$/ ratametri)	Käyttöikä (vuotta)	Vahvuudet	Heikkoudet
HKL-rakenne	Rakenne on noin 28% halvempaa kuin puolipölkkyrakenne	Rakentaminen on noin 6% vähäpäästöisempää kuin puolipölkkyrakenteessa	30	• Nopea rakentaa • Helpompi rakentaa vilkasliikenteisiin kohteisiin lyhyissä liikennekatkoissa • Kiskojen uusiminen on mahdollista ilman uuden ratalaatan valamista • Joustavampi mahdollisissa muutoksissa	• Hajavirtaeristyksen toteuttaminen vaikeampaa
Puolipölkkyrakenne	Rakenne on noin 38% kalliimpaa kuin HKL rakenne	Rakentaminen tuottaa noin 6% enemmän päästöjä kuin HKL-rakenne	30	• Joustavammat mahdollisuudet hajavirtaeristykselle • Paljon tuotevaihtoehtoja hankittavissa markkinoilta • Joustavammat mahdollisuudet erilaisille pintarakenteille	• Kalliimpi toteutus • Uusiminen lyhyissä liikennekatkoissa vaikeampaa kuin HKL-rakenne • Rakenteen uusimisesta Kaupunkiliikenteellä ei vielä kokemuksia • Rakenteeseen tehtävät muutokset vaikeampi toteuttaa

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Yhteenveto

Ratarakenne	Kunnossapitokustannus (€/ratametri)	Kunnossapidon CO_2-päästöt ($kgCO_2e$/ ratametri)	Kunnossapidon tehtävät	Vahvuudet	Heikkoudet
HKL-rakenne			• Puhtaanapito • Uranpuhdistus (urakiskot) • Kaarteiden voitelu • Tarvittavat hitsaukset • Auraus talvella		
Puolipölkkyrakenne			• Puhtaanapito • Uranpuhdistus (urakiskot) • Kaarteiden voitelu • Tarvittavat hitsaukset • Auraus talvella		

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT



Pintarakenteet

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Rasitusluokat

- Kiskoille ja radan pintarakenteelle ei voida määrittää tiettyä vaihtoväliä, vaan kulumiseen vaikuttaa ennen kaikkea radan sijainti muuhun liikenteeseen nähden sekä radan geometria.
- Raitiovaunu kuluttaa kiskoja eniten kaarteilla ja pysäkeillä.
- Kumipyöräliikenne kuluttaa pintamateriaalia erityisesti kiskon vieressä.

Rasitus-luokka	Selite		Kiskojen vaihtoväli	Pintamateriaalin vaihtoväli
1	Pysäkki	vain raitiovaunuliikenne	kiskon kulumisen mukaan 7-15 v	kiskojen vaihdon yhteydessä
1B	Pysäkki	Yhteiskäyttöpysäkki	kiskon kulumisen mukaan 7-15 v	pintamateriaalista riippuen korjauksia ja materiaalin uusimista jopa 3-5 vuoden välein
2 A	Kaarre	+ kumipyöräliikenne	kiskon kulumisen mukaan 7-15 v	pintamateriaalista riippuen korjauksia ja materiaalin uusimista jopa 3-5 vuoden välein
2 B	Kaarre	vain raitiovaunuliikenne	kiskon kulumisen mukaan 7-15 v	kiskojen vaihdon yhteydessä
3 A	Suora	+ kumipyöräliikenne	kiskon kulumisen mukaan 20-30 v	pintamateriaalista riippuen korjauksia ja materiaalin uusimista jopa 3-5 vuoden välein
3 B	Suora	vain raitiovaunuliikenne	kiskon kulumisen mukaan 20-30 v	kiskojen vaihdon yhteydessä

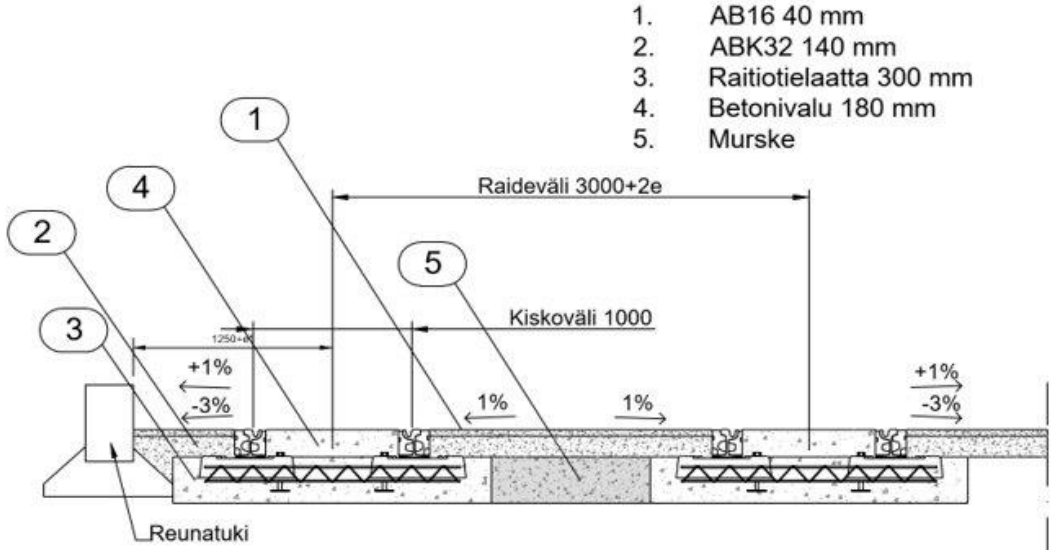
KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

ASFALTTIBETONI

Asfalttibetonia käytetään yleisesti raitioteiden pintamateriaalina katualueilla, erityisesti silloin kun rata kulkee muun ajoneuvoliikenteen kanssa samassa tilassa. Se soveltuu hyvin myös pysäkkialueille ja ylityspaikkojen yhteyteen, kun halutaan tasainen ja esteetön pinta.

Asfalttibetonipintoja käytettäessä kiskojen välinen pikkuväli voidaan tapauskohtaisesti toteuttaa asfaltilla. Betonipinta jäykistää rakennetta sekä kestää kulutuspintana paremmin kuin asfaltti

Asfalttipintaa on nopea rakentaa ja helppo muotoilla esimerkiksi kaivojen ja kiskojen ympärille. Kunnossapidon osalta asfalttibetoni vaatii tarkkailua halkeamien ja painumien varalta. Paikkauksien teko on kuitenkin nopeaa ja edullista.



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		Vertailukohde. Muiden pintarakenteiden hinnat verrataan prosentuaalisesti asfalttibetoniin.	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		Vertailukohde. Muiden pintarakenteiden päästöt verrataan prosentuaalisesti asfalttibetoniin.	$kgCO_2e$/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		3-15	vuotta

Vahvuudet	Heikkoudet
Kulutuskestävyys hyvä	Vettä läpäisemätön
Päältä ajettava	Ei edistä luonnon monimuotoisuutta
Helppo yllä- ja kunnossapito, pienemmät korjaustoimenpiteet	Liikennemäärien ollessa korkeat korjauksia voi joutua tekemään usein (varsinkin risteysalueet)
Helppo ja nopea rakentaa ja muotoilla	

Mahdollisuudet
Kierrätettävyys

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

VALETTU BETONI

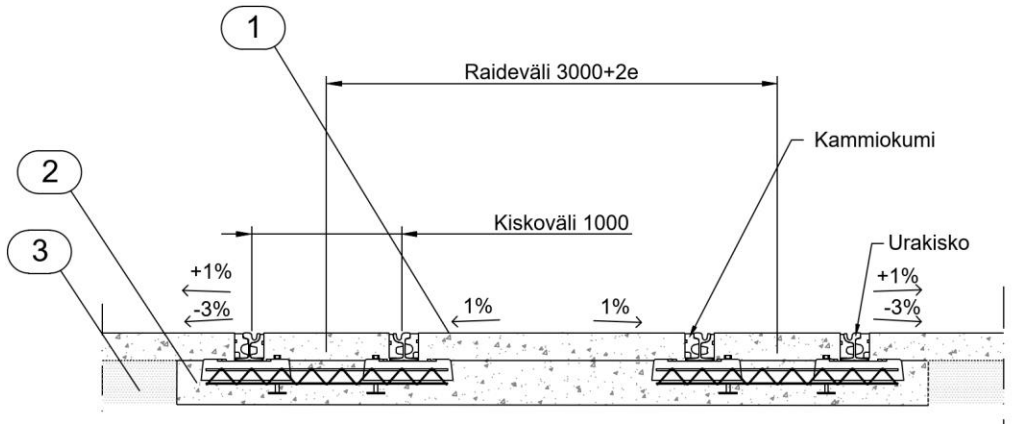
Yhtenäistä betonilaattaa käytetään raitiotien pysäkeillä, kiskojen välissä ja ajoradoilla, joissa tarvitaan suurta kantavuutta ja tasaista pintaa. Kokonaan betonilaatasta toteutettu pintarakenne on harvinainen, mutta soveltuu erityisesti raskaan liikenteen alueille ja kohtiin, joissa halutaan minimoida painumat ja varmistaa huollettavuus.

Rakenne on kestävä ja pitkäikäinen, ja se voidaan viimeistellä harjaamalla tai pinnoitteilla. Betonipinta on jopa 3–4 kertaa kestävämpi kuin asfaltti, ja mahdollistaa tarkat kallistukset sekä saumattoman liittymisen muihin rakenteisiin.

Valettu betoni aiheuttaa merkittäviä hiilipäästöjä ja se ei tue luonnon monimuotoisuutta.

Huoltotarve on vähäinen, mutta vaurioiden korjaaminen voi olla työlästä. Laatan kuntoa on seurattava erityisesti raskaasti kuormitetuilla alueilla ja liikuntasaumojen kohdalla.

1. Betonivalu 180 mm
2. Raitiotielaatta 350 mm
3. Kadun rakennekerrokset



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		+26%	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		+73%	$kgCO_2e$/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		30-50	vuotta

Vahvuudet	Heikkoudet
Kulutuskestävyys hyvä/ parempi kuin esimerkiksi asfalttibetoni	Pinnan korjaaminen voi olla hankalaa ja työlästä, varsinkin routimisen aiheuttaman mahdollisen laatan (iso väli) nousun vuoksi
Päältä ajettava	Ei edistä luonnon monimuotoisuutta
Tukevoittaa radan rakennetta	Vettä läpäisemätön
	Korkeat CO_2-päästöt

Mahdollisuudet
Mahdollisuus vähentää päästöjä käyttämällä vähähiilistä betonia
Uudelleenkäyttö, kierrätettävyys

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

LUONNONKIVI

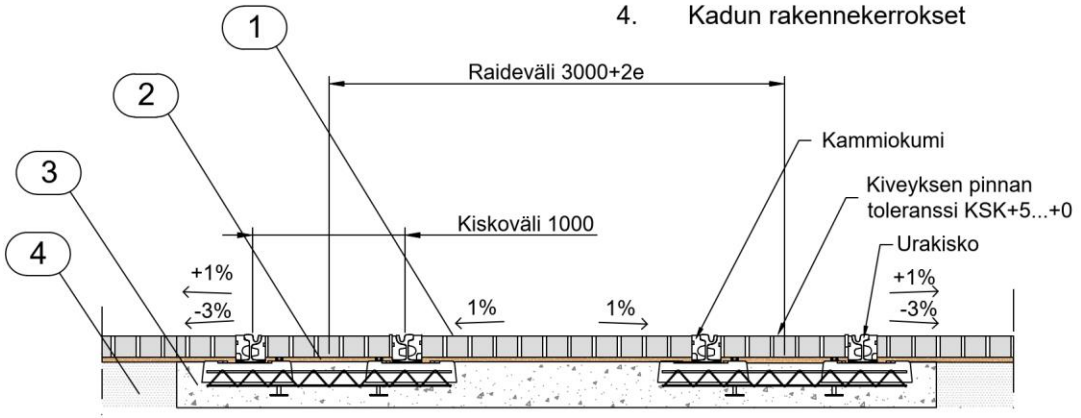
Luonnonkiveä käytetään erityisesti keskusta-alueilla ja kaupunkikuvallisesti arvokkaissa kohteissa, joissa korostuvat perinteinen ilme ja kestävyys. Luonnonkivi soveltuu jalankulkualueille, raitiotien rinnalle ja kiskojen väliin. Kiveys voidaan toteuttaa esimerkiksi luonnonkivilaatoin, nupukivin tai noppakivin, ja eri värit sekä pintakäsittelyt tarjoavat monipuolisia esteettisiä ratkaisuja. Kivien työstöllä ja pintakäsittelyillä voidaan vaikuttaa myös pinnan esteettömyyteen.

Luonnonkivi on pitkäikäinen materiaali, mutta sen louhinta ja kuljetus aiheuttavat merkittävimmät ympäristövaikutukset.

Kunnossapitoon kuuluu kivien irtoamisen ja painumien tarkkailu sekä tarvittaessa kivien uudelleen ladonta ja saumojen paikkaus.

Luonnonkiven saumaamisella ja siihen käytettävällä materiaalilla on suuri vaikutus käyttöikään, vaihtoväliin ja päästöihin. Lisäksi kumipyöräliikenne ja varsinkin raskasliikenne kuluttaa rakennetta nopeammin.

1. Pintamateriaali: Nupukivi 140 mm
2. Maakostea betoni 30 mm
3. Raitiotielaatta 300 mm
4. Kadun rakennekerrokset



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		+116%	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		+21%	$kgCO_2e$/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		50-100	vuotta

Vahvuudet	Heikkoudet
Kulutuksenkestävä, pitkä käyttöikä	Kallis toteutus, asennus käsityötä
Päältä ajettava	Korjaukset hidasta ja kallista tehdä
	Ei juuri edistä luonnon monimuotoisuutta
	Kivien käsittelystä riippuen epätasainen pinta vaikuttaa esteettömyyteen (vertaa betonikiveen, jossa tasainen pinta)
	Vain osittain vettä läpäisevä

Mahdollisuudet
Mahdollisuus vähentää kuljetuksista syntyviä päästöjä ja kustannuksia mikäli materiaali saadaan läheltä
Uudelleen käytettävissä useita kertoja, kierrätyskiven saatavuus myös yleensä hyvä.

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

BETONIKIVI

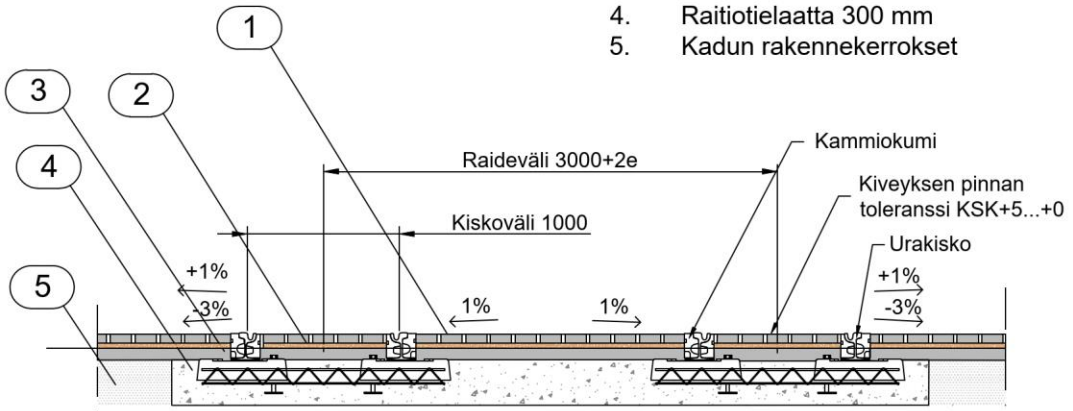
Betonikiveystä käytetään pysäkeillä, jalankulku- ja pyöräilyalueilla sekä raitiotien rinnalla tai kiskojen välissä, kun tarvitaan esteetön, tasainen ja helposti huollettava pinta. Se soveltuu hyvin moderneihin kaupunkiympäristöihin ja tarjoaa visuaalisesti monipuolisia ratkaisuja erilaisten värien, muotojen ja pintakäsittelyjen ansiosta.

Vaikka betonikivien valmistus aiheuttaa hiilidioksidipäästöjä, niiden pitkä käyttöikä (30–50 vuotta) ja kierrätettävyys tekevät niistä resurssitehokkaan valinnan. Kivipinta on eloton, mutta kivien väliin voi muodostua kasvillisuutta, ja saumat voivat olla osittain vettä läpäiseviä.

Kiveys on helposti avattavissa esimerkiksi kunnallisteknisten töiden yhteydessä, ja yksittäisten kivien vaihto on nopeaa. Uudelleenasennus on kuitenkin haastavampaa kuin luonnonkivillä.

Kumipyöräliikenne ja varsinkin raskasliikenne kuluttaa rakennetta nopeammin.

1. Pintamateriaali: Betonikivi 80 mm
2. Kivituhka 30 mm
3. Kantava kerros 70 mm
4. Raitiotielaatta 300 mm
5. Kadun rakennekerrokset



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		+20%	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		+25%	$kgCO_2e$/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		30-50	vuotta

Vahvuudet	Heikkoudet
Kulutuskestävyys	Vain osittain vettä läpäisevä
Päältä ajettava	Ei edistä luonnon monimuotoisuutta
Tasainen pinta, esteettömyys parempi kuin luonnonkivellä	Uudelleen käyttö kivenä haastavampaa kuin luonnonkivellä (kivien rikkoutuminen purun yhteydessä)
	Korkeat CO_2-päästöt

Mahdollisuudet
Kierrätettävyys (materiaalina kierrätettävä).
Mahdollisuus vähentää päästöjä käyttämällä vähähiilistä betonia

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Päältäajettavat viherraiteet

Päältäajettava viherraide on raitiotierakenne, joka on suunniteltu kestämään kiskoliikenteen lisäksi muiden ajoneuvojen, kuten hälytysajoneuvojen tai kunnossapitokaluston painon.

Esimerkkejä erillaisita rakenteista

- Nurmikivi (esim. SF-kivi, riimukivi)
- Ecoraster (ei vielä linjaliikenteen kokemuksia Kaupunkiliikenteellä)



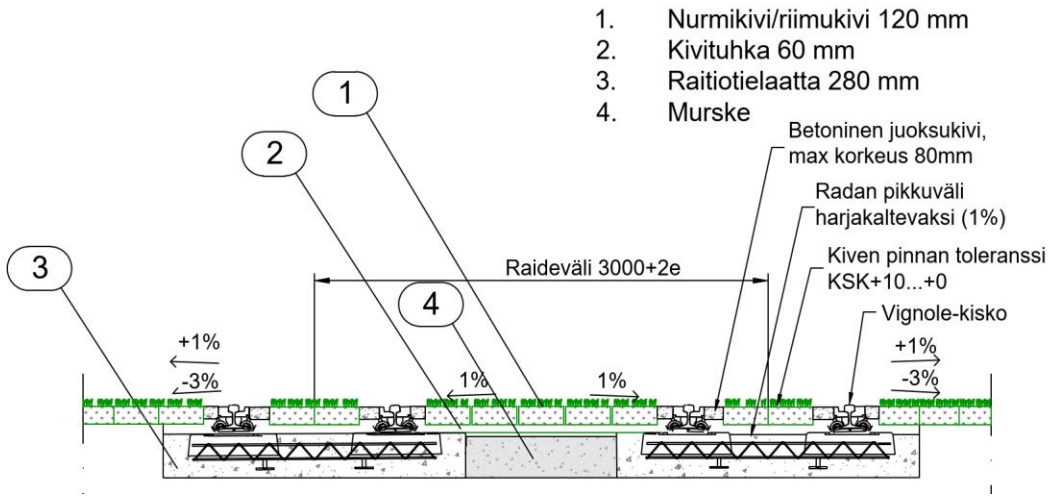
NURMIKIVI

Nurmikiveä käytetään raitiotien viheralueilla, erityisesti kiskojen välissä tai rinnalla, kun halutaan yhdistää viherympäristö ja kantava rakenne. Se soveltuu kohteisiin, joissa tavoitellaan vihreää ilmettä, mutta radalla sallitaan myös osittain ajoneuvoliikenne (esim. pelastusajoneuvot).

Nurmikivi on betonikivi, jonka rakenne mahdollistaa nurmen tai niittykasvien kasvun kivien väleissä tai rei'issä. Se yhdistää vihreän ilmeen, veden-läpäisevyyden ja kulutusta kestävän pinnan toiminnallisuuden. Nurmikiveys tukee luonnon monimuotoisuutta ja toimii osana ekologista viheryhteyttä. Eri kivityypeillä on eri läpäisevän pinta-alan osuus (eli potentiaali kasvillisuuden pinta-alalle).

Pinta on osittain vettä läpäisevä.

Kivien välejä on seurattava eroosion ja kasvualustan kulumisen varalta. Nurmikivet ovat vaihdettavissa, mikä helpottaa kunnossapitoa ja pidentää rakenteen käyttöikää.



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		+76%	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		-15%	$kgCO_2e$/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		15-30	vuotta

Vahvuudet	Heikkoudet
Edistää luonnon monimuotoisuutta	Vihreä ilme ei aina toteudu
Vettä läpäisevä	Ankara kasvupaikka nurmelle
Päältä ajettavissa	Kallis toteutus

Mahdollisuudet
Tasata alueen lämpötiloja
Vähentää päästöjä käyttämällä vähähiilistä betonia
Toimia vaimentavana ja pölyä sitovana

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Ei päältäajettavat viherraiteet

Ei päältäajettava viherraide tarkoittaa raitiotierakennetta, jossa raidealue ja mahdollisesti kiskojen ympäristö on päällystetty kasvillisuudella (kuten nurmikolla tai niityllä), mutta rakennetta ei ole vahvistettu kestämään muuta kumipyöräliikennettä. Radan kunnossapito tulee tehdä kiskopyöräkalustolla.

Ei päältäajettavia viherraiteita ovat esimerkiksi

- Suljettu viherraide
- Avoin viherraide



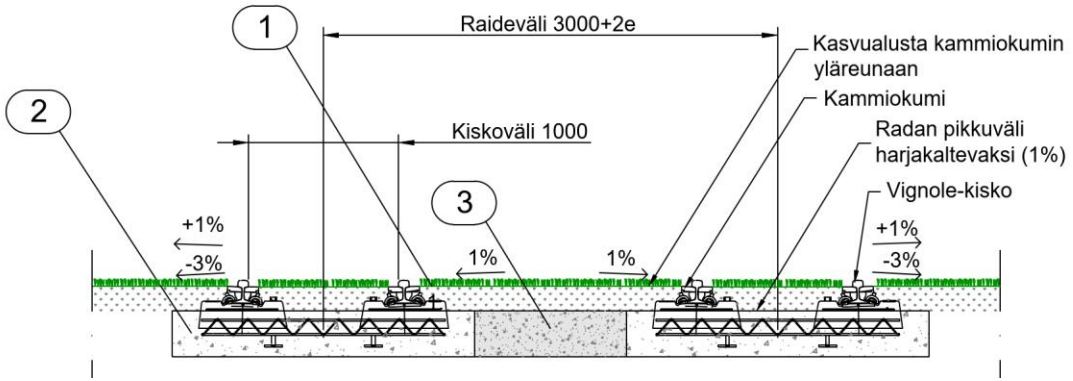
Suljettu nurmi

Nurmirataa käytetään erityisesti esikaupunkialueilla ja viheralueiden yhteydessä, kun halutaan liittää raitiotie osaksi viherympäristöä. Se soveltuu erillisille raitiotieväylille, joilla ei ole muuta liikennettä.

Nurmirata parantaa kaupunkiympäristön viihtyisyyttä, voi vähentää melua ja pölyämistä sekä sitoo hulevesiä. Se lisää katuvihreää sekä mahdollisesti viilentää kaupunkia kesäisin.

Nurmiraiteen leikkaustiheys voidaan sopia kohteen kaupunkikuvallisten tavoitteiden pohjalta kahdesta viikosta pidempään sykliin. Vuotuinen lannoitus parantaa nurmen elinvoimaisuutta.

1. Kasvualusta 160 mm
2. Raitiotielaatta 300 mm
3. Murske



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		-79%	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		-96%	$kgCO_2e$/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		15-30	vuotta

Vahvuudet	Heikkoudet
Edistää luonnon monimuotoisuutta	Huono kulutuskestävyys
Vettä läpäisevä	Ei päältä ajettava
Vähäpäästöinen ja halpa rakentaa	Siisti lyhyt nurmi vaatii säännöllistä leikkausta
	Kiskojen pikkuvälin kuivatus haastavaa
	Laippauran puhdistus

Mahdollisuudet
Tasata alueen lämpötiloja
Toimia vaimentavana ja pölyä sitovana

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Suljettu niitty

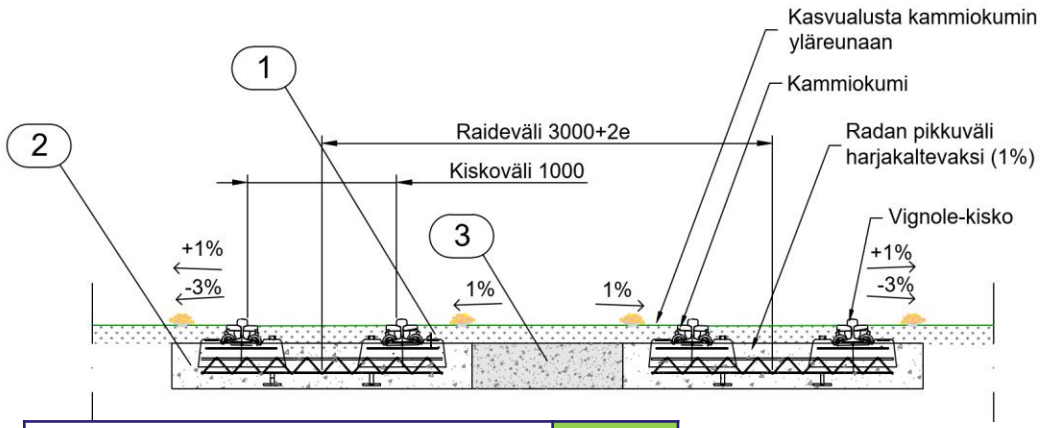
Niittyrata edistää kaupunkiluonnon monimuotoisuutta ja sen voi toteuttaa **paahdeniittynä** tai **rehevämpänä niittyratana**. Tämän rakennekortin kustannukset ja päästöt laskettu paahdeniityllä.

Rakenne soveltuu erilaisille rataosuuksille, joissa halutaan tukea luonnon monimuotoisuutta, mutta minimoida hoitotarve. Niittyraide ei kestä kulutusta, joten sitä ei tule käyttää jalankulku- tai ajoneuvoliikenteen alueilla.

Niittyrata tarjoaa elinympäristön pölyttäjille ja muille hyönteisille sekä tukee ekologisia verkostoja kaupunkiympäristössä. Kasvualustassa voidaan hyödyntää kierrätysmateriaaleja, kuten hiekotussepeliä.

Rakenne on läpäisevä ja edistää hulevesien hallintaa hidastamalla veden valumista, parantamalla imeytymistä. Hoitotarve on vähäinen: 1 niitto vuodessa riittää, eikä kastelua tai lannoitusta tarvita. Vähäravinteinen kasvualusta ehkäisee ei-toivottujen lajien leviämistä.

1. Kasvualusta 120 mm
2. Raitiotielaatta 300 mm
3. Murske



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		-75%	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		-96%	$kgCO_2e$/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		15-30	vuotta

Vahvuudet	Heikkoudet
Edistää luonnon monimuotoisuutta	Huono kulutuskestävyys
Vettä läpäisevä, pidättää hulevesiä	Vähän toteutuneita kohteita
Edullinen toteutus ja ylläpito	Paahderadassa kasvillisuuden tuomat rajoitteet (ei varjoisille tai reheville rataosuuksille)
	Ei päältä ajettava
	Kiskojen pikkuvälin kuivatus haastavaa
	Laippauran puhdistus

Mahdollisuudet
Tasata alueen lämpötiloja
Toimia vaimentavana ja pölyä sitovana

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Avoviherraide

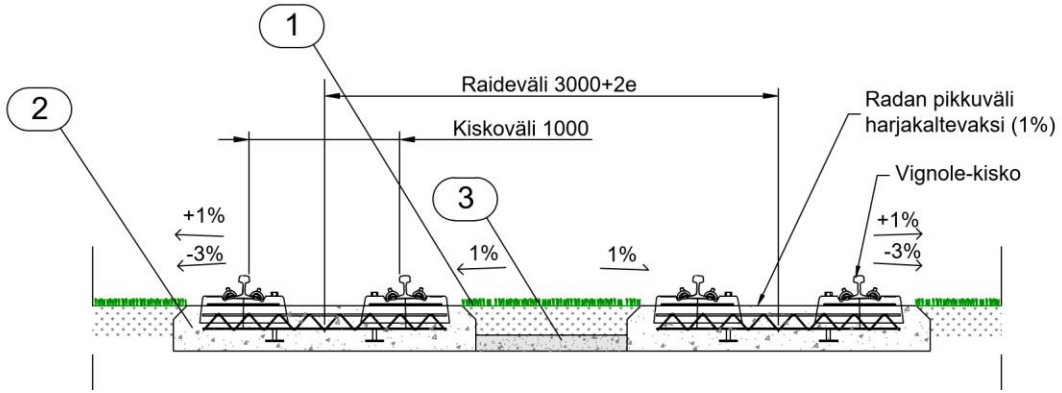
Mahdollisuus toteuttaa nurmena tai niittynä. Tämä rakennekortti on laskettu nurmella.

Avoviherraide käytetään erityisesti viheralueiden yhteydessä ja esikaupunkimaisilla rataosuuksilla, joissa halutaan yhdistää viherympäristö ja tekninen toimivuus. Se soveltuu erillisille raitiotieväylille, joilla ei ole muuta liikennettä.

Radan pintarakenne koostuu kiskojen ulkopuolella kasvavasta niitystä ja kiskojen välistä, joka voidaan valaa betonista tai toteuttaa kasvualustalla ja niityllä. Tämä yhdistelmä tarjoaa viherpinnan visuaaliset ja ekologiset edut sekä betonilaatan kantavuuden ja huollettavuuden.

Kiskon pinnan alapuolelle jää vapaata lumitilaa, jolloin lumenputsausta ei tarvitse aloittaa heti avoviherosuuksilla.

1. Kasvualusta 200 mm
2. Raitiotielaatta 300 mm
3. Murske



Edullinen/ Vähäpäästöinen/ Harvoin uusittava	
Keskihintainen/ Kohtalaiset päästöt/ Kohtalaisesti uusittava	
Kallis/ Runsaspäästöinen/ Tiuhaan uusittava	

Rakentamiskustannus		-86%	€/ ratametri
Rakentamisen CO_2-päästöt		-98%	$kgCO_2e$/ ratametri
Käyttöikä/ vaihtoväli		15-30	vuotta

Vahvuudet	Heikkoudet
Vähäpäästöinen	Huono kulutuskestävyys
Vettä läpäisevä, pidättää hulevesiä	Kasvukauden kunnossapidon tarve riippuu valitusta kasvillisuudesta
Edullinen toteutus	Ei päältäajettava
Helppo talvikunnossapito	Ilmamelun vaimennus haastavaa
	Kiskojen pikkuvälin kuivatus haastavaa

Mahdollisuudet
Tasata alueen lämpötiloja
Pölyä sitovana

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Pintarakenteiden yhteenveto

Pintamateriaali	Rakentamiskustannus (€/ratametri)	Rakentamisen CO_2-päästöt ($kgCO_2e$/ ratametri)	Käyttöikä/ vaihtoväli (vuosi)	Vahvuudet	Heikkoudet
Asfalttibetoni	Vertailukohde. Muiden pintarakenteiden hinnat verrataan prosentuaalisesti asfalttibetoniin.	Vertailukohde. Muiden pintarakenteiden päästöt verrataan prosentuaalisesti asfalttibetoniin.	3-15	• Kulutuskestävyys hyvä • Päältä ajettava • Uudelleenkäyttö, kierrätettävyys • Pienemmät korjaustoimenpiteet • Helppo ja nopea rakentaa ja muotoilla	• Vettä läpäisemätön • Ei edistä luonnon monimuotoisuutta • Pinnan korjauksia voi joutua tekemään usein
Valettu betoni	+26% kalliimpi	+73% enemmän päästöjä	30-50	• Kulutuskestävyys hyvä • Päältä ajettava • Uudelleenkäyttö, kierrätettävyys • Tukevoittaa radan rakennetta	• Vettä läpäisemätön • Korkeat CO_2-päästöt • Pinnan korjaaminen voi olla työlästä • Ei edistä luonnon monimuotoisuutta
Luonnonkivi	+116% kalliimpi	+21% enemmän päästöjä	50-100	• Kulutuskestävyys hyvä, pitkä käyttöikä • Päältä ajettava • Visuaalisuus • Uudelleenkäyttö, kierrätettävyys	• Kallis toteutus, asennus käsityötä • Vain osittain vettä läpäisevä • Korjaukset hidasta ja kallista tehdä • Ei juuri edistä luonnon monimuotoisuutta • Epätasainen pinta (esteettömyys)
Betonikivi	+20% kalliimpi	+25% enemmän päästöjä	30-50	• Kulutuskestävyys hyvä • Päältä ajettava • Tasainen pinta (esteettömyys) • Kierrätettävyys materiaalina	• Vain osittain vettä läpäisemätön • Ei edistä luonnon monimuotoisuutta • Uudelleen käyttö kivenä haasteellista • Korkeat CO_2-päästöt
Nurmikivi	+76% kalliimpi	-15% vähäpäästöisempi	15-30	• Vettä läpäisevä, pidättää hulevesiä • Edistää luonnon monimuotoisuutta • Vaimentava ja sitoo pölyä • Tasaa alueen lämpötiloja	• Kallis toteutus • Ankara kasvupaikka nurmelle
Suljettu nurmi	-79% halvempi	-96% vähäpäästöisempi	15-30	• Vettä läpäisevä, pidättää hulevesiä • Edistää luonnon monimuotoisuutta • Vaimentava, sitoo pölyä, • Tasaa alueen lämpötiloja	• Huono kulutuskestävyys • Ei päältä ajettava • Vaatii kasvukaudella toistuvaa kunnossapitoa
Niittyrata	-47% halvempi	-96% vähäpäästöisempi	15-30	• Vettä läpäisevä, pidättää hulevesiä • Edistää luonnon monimuotoisuutta • Edullinen toteutus ja ylläpito	• Huono kulutuskestävyys • Ei päältä ajettava • Vähän toteutuneita kohteita • Kasvillisuuden tuomat rajoitteet • Vaatii kasvukaudella kunnossapitoa
Avoviherraide	-86% halvempi	-98% vähäpäästöisempi	15-30	• Vettä läpäisevä, pidättää hulevesiä • Edistää luonnon monimuotoisuutta • Helppo talvikunnossapito • Pienempi leikkaustarve kuin suljetulla nurmiradalla	• Huono kulutuskestävyys • Ei päältä ajettava • Ei yhtä visuaalinen kuin suljettu nurmirata • Kasvukauden kunnossapitotarve riippuu kasvillisuudesta

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Pintarakenteiden yhteenveto

Pintamateriaali	Kunnossapidon kustannukset (€/ratametri/ vuosi)	Kunnossapidon CO_2-päästöt ($kgCO_2e$/ ratametri/ vuosi	Kunnossapidon tehtävät	Vahvuudet	Heikkoudet
Asfalttibetoni			• Kumipyöräliikenteen alueella asfaltin paikkauksia ja kulutuskerroksen uusimista • Myös KYMP teettää asfaltoitujen ajoratojen korjauksia, jolloin asfaltti uusitaan kiskoon asti		
Valettu betoni			• Halkeamien ja vaurioiden paikkaus		
Luonnonkivi			• Kivien painumien korjaus - käsityönä, korjataan vuosittain • Kivien saumojen uusiminen		
Betonikivi			• Kivien painumien korjaus • Kivien saumojen uusiminen		
Nurmikivi			• Nurmikon leikkaus (1 krt/kk) • Nurmikon lannoitus • Ei tehdä paikkauksia tai kasvukerroksen ilmastusta • Jos kasvukerroksen uusimiselle on tarvetta pintarakenne uusitaan kokonaan		
Nurmi			• Nurmikon leikkaus (1 krt/ vko) • Nurmikon lannoitus • Paikkaukset • Kasvukerroksen ilmastus • Nurmiratoja ei kastella		
avoviherraide			• Nurmikon leikkaus (harvemmin kuin suljetulla nurmella) • Nurmikon lannoitus • Paikkaukset (nurmen ja betonin) • Kasvukerroksen ilmastus • Nurmiratoja ei kastella		
niittyrata			• Niittykasvillisuuden niitto • Paikkaukset • Paahderatoja ei kastella		

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT

Rakennekorttien jatkokehitys

- Sepeliradan rakennekortin lisäys
- Rakennekorttien tyyppikuvien päivitys
- Täydennys kunnossapidon kustannuksien ja päästöjen osalta
- Raitiovaunupysäkeistä erilliset rakennekortit

KAUPUNKILIIKENNE
STADSTRAFIK
CITY TRANSPORT