

Iida Karjalainen

# SUOMEEN SUUNNITELTUIJEN UUSIEN RATAHANKKEIDEN ILMASTOVAIKUTUKSET

Turun tunnin juna, Itärata ja Lentorata

Kandidaatintyö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Lokakuu 2023

# TIIVISTELMÄ

Karjalainen, Iida: Suomeen suunniteltujen uusien ratahankkeiden ilmastovaikutukset  
(The Climate Impacts of New Railway Projects in Finland)  
Kandidaatintutkielma  
Tampereen yliopisto  
Rakennustekniikan tekniikan kandidaatin tutkinto-ohjelma  
Lokakuu 2023

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Suomeen suunniteltujen uusien ratahankkeiden ilmastovaikutuksia ja niiden merkittävyyttä. Ilmastovaikutuksilla tarkoitetaan ilmastoon vaikuttavia muutoksia, jotka aiheutuvat ihmisen toiminnasta. Näihin vaikutuksiin sisältyy kasvihuonekaasupitoisuuksien lisääntyminen sekä ilmaston lämpeneminen.

Suomen raideliikenteeseen kohdistuu muutospaineita muun muassa liikennemäärien ja ympäristötietoisuuden kasvun vuoksi. Suomeen on suunnitteilla suuria ratahankkeita, jotka edistävät säästettävyyttä, Suomen kilpailukykyä sekä kestävästi liikumisen kehitystä. Turun tunnin juna, Itärata sekä Lentorata ovat Suomelle strategisia hankkeita, jotka vahvistavat maan infrastruktuuria ja muuttavat kulkutapajakaumaa ympäristöystävällisemmäksi.

Työssä tarkastellaan kolmea ajankohtaista suurta ratahanketta: Turun tunnin junaa, Itärataa sekä Lentorataa. Liikennöinnit hankkeiden uusilla rataosuuksilla alkavat aikaisintaan 2030-luvulla ja ratahankkeiden rakentamisen ilmastovaikutukset tarkentuvat suunnittelun edetessä. Turun tunnin junan ilmastovaikutuksista on saatavilla huomattavasti tarkempaa tietoa kuin Lentorata- ja Itäratahankkeista, jotka ovat vielä suunnitteluvaiheen alussa. Työssä on huomioitu, että hankkeiden pitkät aikataulut sekä aikaiset suunnitteluvaiheet luovat ilmastovaikutusten arviointiin liittyviä epävarmuustekijöitä.

Opinnäytetyö suoritettiin kirjallisuustutkimuksena, jossa hyödynnettiin Suomessa tuotettuja selvityksiä ja artikkeleita. Työssä on tarkasteltu, mistä ratahankkeiden merkittävimmät ilmastovaikutukset koostuvat ja minkälaisia päästövähennyskeinoja hankkeissa voidaan hyödyntää. Ratahankkeiden ilmastovaikutukset muodostuvat rakentamisen aikaisista päästöistä, hiilinieluihin ja -varastoihin kohdistuvista muutoksista, vaikutuksista liikenteen suoritteisiin sekä maankäyttömuidosten vaikutuksista ilmastopäästöihin. Ratahankkeiden päästövähennyskeinoja on tutkittu yleisellä tasolla, ja niiden soveltaminen tarkasteltavissa ratahankkeissa on merkittävässä roolissa ilmastovaikutusten hillitsemisessä. Päästövähennyskeinoilla, kuten kierrätysteräksen ja vihreän betonin käytöllä, voidaan vähentää rakentamisen aikaisia päästöjä ja lyhentää hankkeiden ilmastopäästöjen laskennallisia takaisinmaksuaikoja.

Ajankohtaisten ratahankkeiden ilmastoystävällisyyden arvioiminen on herättänyt monenlaisia näkemyksiä uutisissa sekä sosiaalisessa mediassa. Vaikka raideliikenne on ympäristöystävällinen kulkumuoto, ratahankkeiden rakentamisen aikaiset päästöt ovat merkittävän suuria ja niiden ilmastopäästöjen laskennalliset takaisinmaksuajat ovat satoja vuosia. Ilmastovaikutuksia onkin tärkeää tarkastella useasta näkökulmasta sekä pitkällä aikavälillä mahdollisimman kattavan kokonaiskuvan muodostamiseksi. Laajamittainen tarkastelu mahdollistaa harkittujen päätösten tekemisen kestävästi liikumisen edistämiseksi.

Avainsanat: ratahanke, raideliikenne, ilmastovaikutukset, Turun tunnin juna, Itärata, Lentorata

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -ohjelmalla.

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Tutkimuksen tausta .....	1
1.2 Tutkimuskysymykset, tavoitteet ja rajaukset.....	1
1.3 Työn rakenne .....	2
2. TYÖSSÄ TARKASTELTAVAT RATAHANKKEET .....	3
2.1 Turun tunnin juna .....	3
2.2 Lentorata.....	4
2.3 Itärata .....	6
3. HANKKEIDEN ILMASTOVAIKUTUKSET .....	8
3.1 Rakentamisen aikaiset kokonaispäästöt.....	8
3.2 Vaikutus hiilivarastoihin ja -nieluun.....	9
3.3 Liikenteen vuotuiset päästövaikutukset .....	10
4. ILMASTOVAIKUTUSTEN VERTAILU .....	12
4.1 Turun tunnin juna .....	12
4.2 Lentorata.....	15
4.3 Itärata .....	17
4.4 Ilmastopäästöjen yhteenveto.....	18
5. PÄÄTELMÄT .....	19
LÄHTEET .....	20

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Tässä työssä tarkastellaan kolmea Suomen ajankohtaista ratahanketta: Turun tunnin juna, Lentorataa sekä Itärataa. Toteutuessaan hankkeilla on merkittävä yhteiskunnallinen rooli alueiden saavutettavuuden sekä tulevaisuuden liikkumisen kannalta. Työhön on valittu kolme hanketta hankkeiden tarkastelua ja vaikutusten vertailemista varten. Lentorata on edellytys nopealle Itäradalle, minkä takia se on valittu yhdeksi tarkasteltavista hankkeista.

Turun tunnin juna on Helsingin ja Turun välille suunnitteilla oleva nopea kaksiraiteinen junayhteys, joka lyhentäisi nykyisen noin kahden tunnin matka-ajan 78 minuuttiin. Lentorata on suunnitteilla oleva kaksiraiteinen kaukojunayhteys Pasilan pohjoispuolelta Helsinki-Vantaan lentoaseman kautta Keravan pohjoispuolelle. Itärata on suunnitteilla oleva kaksiraiteinen junayhteys, joka yhdistää Helsingin Lentoradan ja Porvoon kautta Kouvoon lyhentäen matka-aikaa noin 13 minuutilla.

Aihe on ajankohtainen ja hankkeiden ilmastovaikutukset ovat aiheuttaneet paljon keskustelua ja kritiikkiä mediassa sekä sanomalehdissä, kuten Yle Uutisissa (Nieminen, E. 24.1.2023) sekä Uusimaassa (Hämäläinen, J. 24.1.2023). Valtiovarainministeriön julkaistua suuriin raideliikennehankkeisiin liittyvän selvityksen (Valtiovarainministeriö, 2023) vuoden 2023 tammikuussa etenkin hankkeiden ilmastovaikutukset ja hyvin pitkät ilmastopäästöjen laskennalliset takaisinmaksuajat nousivat esille uutisissa.

Hankkeiden ilmastovaikutuksia tarkasteltaessa tulee niitä käsitellä useammista näkökulmista sekä huomioida pidemmän ajanjakson vaikutuksia. Nykyiset arviot ratahankkeiden ilmastovaikutuksista ja -päästöistä ovat alustavia ja ne saattavat muuttua merkittävästi uusien teknologisten innovaatioiden myötä.

## 1.2 Tutkimuskysymykset, tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena on selvittää kolmen suuren ratahankkeen (Turun tunnin juna, Itärata, Lentorata) ilmastovaikutuksia ja niiden merkittävyyttä. Työssä tarkastellaan myös sitä, mistä nämä ilmastovaikutukset koostuvat ja minkälaisia päästövähennyskeinoja hankkeiden eri vaiheissa voi hyödyntää.

Tutkimuskysymyksenä työssä on, minkälaisia ilmastovaikutuksia Suomen suurilla ratahankkeilla on ja mistä ne koostuvat. Kysymykseen etsitään vastauksia tutustumalla ratahankkeisiin ja niistä laadittuihin selvityksiin. Hankkeista on julkaistu edellisten vuosien aikana useita selvityksiä eri näkökulmista, ja näitä hyödynnetään työssä.

Tutkimusmenetelmänä on kirjallisuustutkimus, ja keskeisenä lähteenä työssä on Valtiovarainministeriön tammikuussa 2023 julkaisema raportti, jossa on arvioitu raideliikennehankkeiden ilmastovaikutuksia. Lisäksi raportissa käsiteltiin Helsingin ja Tampereen välille suunnitellun Suomiradan ilmastovaikutuksia, mutta Suomirata-hankkeen toteutumisen epätodennäköisyyden vuoksi sen tarkastelu on jätetty pois tästä työstä. Petteri Orpon kesäkuussa 2023 julkaisemassa hallitusohjelmassa linjattiin, että Suomiradan valmistelut keskeytetään (Valtioneuvosto, 2023). Lentorata oli yksi hankkeen osakokonaisuuksista, mutta sitä jatketaan tulevaisuudessa omana hankkeenaan ja uudella yhtiöllä.

Työssä on hyödynnetty keskeisenä materiaalina myös hankeyhtiöiden sekä Väyläviraston selvityksiä. Tarkasteltavat hankkeet poikkeavat toisistaan laajuudeltaan sekä aikataulullisesti, mikä näkyy saatavissa olevan tiedon määrässä ja yksityiskohdissa. Turun tunnin junasta on toteutettu ympäristövaikutusten arviointi, Lentoradan ympäristövaikutusten arvioinnin selvitys eli YVA-selvitys sekä alustava linjaussuunnitelma valmistuvat vuoden 2023 loppuun mennessä ja Itäradan YVA-selvityksen alustava valmistuminen on vuoden 2024 kesällä (Suomirata, 2023; Itärata, 2023a).

### **1.3 Työn rakenne**

Työssä on viisi päälukua, joista johdannon jälkeen luvussa 2 esitellään työssä tarkasteltavat ratahankkeet. Ratahankkeista esitellään muun muassa niiden sijainnit, aikataulut sekä alustavat budjetit.

Luvussa 3 kuvataan, minkälaisia ilmastovaikutuksia ratahankkeilla on näistä näkökulmista: rakentamisen aikaset kokonaispäästöt, vaikutus hiilivarastoihin ja nieluun sekä liikenteen vuotuiset päästövaikutukset. Luvussa 4 käsitellään kunkin hankkeen ilmastovaikutuksia luvussa 3 esiteltyjen näkökulmien osalta niiltä osin, kun hankkeista on tietoa saatavilla. Luvussa 5 esitetään työn yhteenveto sekä keskeisimmät päätelmät.

## 2. TYÖSSÄ TARKASTELTAVAT RATAHANKKEET

Tässä luvussa esitellään tarkasteltavat ratahankkeet, niiden aikataulut sekä vastuussa olevat tahot. Hankkeet poikkeavat toisistaan laajuudeltaan sekä aikataulultaan, joten ne eivät ole suoraan vertailukelpoisia.

Turun tunnin junan suunnitteluun on perustettu hankeyhtiö Turun Tunnin Juna Oy ja Itäradan suunnittelua varten Itärata Oy. Hankeyhtiöiden vastaavat raideyhteyksien suunnittelusta rakentamisvalmiuteen asti, eikä rakentamissuunnittelu ole näiden hankeyhtiöiden vastuulla. (Valtiovarainministeriö, 2023)

Kesäkuuhun 2023 asti myös keskeytyneestä Suomirata-hankkeesta vastuussa ollut Suomi-Rata Oy on vastuussa Lentoradan linjaussuunnittelusta ja ympäristövaikutusten arvioinnista olemassa olevien suunnitelmien mukaisesti siihen asti, kunnes yhtiö muutetaan kattamaan vain Lentoradan suunnittelun. Samassa yhteydessä yhtiön nimeksi muutetaan Lentorata Oy. (Suomirata, 2023)

### 2.1 Turun tunnin juna

Turun tunnin juna on suunnitteilla oleva Helsingin ja Turun välinen nopea kaksiraiteinen junayhteys, jonka tavoitteena on lyhentää kaupunkien välistä matka-aikaa sekä parantaa alueiden kasvua ja kehitystä. (Turun Tunnin Juna Oy, 2023) Turun tunnin junan myötä Helsingin päärautatieaseman ja Turun rautatieaseman välinen matka-aika lyhentyy parhaimmillaan noin kahdesta tunnista 78 minuuttiin (Väylävirasto, 2020).

Uusi Espoon ja Turun välinen kaksiraiteinen oikorataosuus alkaisi Espoon rautatieaseman länsipuolelta ja liittyisi Salon rautatieaseman itäpuolella nykyiseen rantarataan. Uuden rataosuuden suunniteltu pituus on noin 98 kilometriä, joista Espoo–Lohja-välin pituus on noin 37,5 km ja Lohja–Salo-välin pituus noin 60,8 km. (Väylävirasto, 2020)

Helsinki-Turku-välin nopea junayhteys jakautuu neljään osakokonaisuuteen: Espoon kaupunkirataan, Espoo–Salo-oikorataan, Salo–Turku-rataväliin sekä Turun ratapihan kehittämiseen. Hanke mahdollistaa neljän uuden aseman rakentamisen Espoon Histaan, Kirkkonummen Veikkolaan, Vihdin Nummelaan sekä Lohjalle. Ratayhteyden lyhentämisen kannalta oleelliset osakokonaisuudet ovat Espoo–Salo-oikorataosuus sekä Salon ja Turun väliset rataoikaisut. (Turun Tunnin Juna Oy, 2023)

Ratasuunnittelusta vastaava Turun Tunnin Juna Oy laatii Helsingin ja Turun välisestä junayhteydestä viisi ratasuunnitelmaa, jotka on esitetty kuvassa 1. Kutakin ratasuunnitelmaa edistetään omina kokonaisuuksinaan rakentamisvaiheeseen asti (Turun Tunnin Juna Oy, 2023). Turun tunnin juna Oy vastaa Espoo–Salo-oikoradan ja Salo–Turku-ratavälin kaksoisraiteen suunnittelusta, ja Espoon kaupunkiradan sekä Turun ratapihan kehittämisen toteutus ovat Väyläviraston ja kaupunkien vastuulla. (Valtiovarainministeriö, 2023)



**Kuva 1.** Turun tunnin junan suunniteltu reitti ja hankkeeseen kuuluvat ratasuunnitelmat. (Turun tunnin juna Oy, 2023)

Ratasuunnitteluvaiheen arvioitu valmistuminen on vuoden 2023 loppuun mennessä, ja ratasuunnitelmat ovat nykyisen arvion mukaan lainvoimaisia vuoden 2025 alussa. Hankkeen tämänhetkisen aikataulun mukaan radan rakentamissuunnittelu, rakentaminen sekä käyttöönotto ajoittuvat vuosille 2025–2031 ja liikennöinti olisi mahdollista aloittaa vuoden 2031 loppuun mennessä. (Turun Tunnin Juna Oy, 2023)

Turun tunnin junan Espoo–Salo-oikoradan ja Salo–Turku-kaksoisraiteen suunnittelun on arvioitu maksavan yhteensä noin 75 miljoonaa euroa, josta 80 % muodostuu Espoo–Salo-oikoradan ja 20 % Salo–Turku-kaksoisraiteen suunnittelukustannuksista. Turun tunnin juna on merkittävä hanke, joten sen suunnittelulle on myönnetty 37,5 miljoonaa euroa EU:n Verkkojen Eurooppa-rahoitustukea eli CEF-tukea. (Turun tunnin juna Oy, 2023) Alustava hinta-arvio hankkeen rakennuskustannuksista on noin 3,4 miljardia euroa. (Valtiovarainministeriö, 2023)

## 2.2 Lentorata

Lentorata on suunnitteilla oleva kaksiraiteinen kaukojunayhteys Pasilan pohjoispuolelta Helsinki-Vantaan lentoaseman kautta Keravan pohjoispuolelle, missä se liittyy pääraataan. Pasila–Kerava-rataosuus on kuormittunut, ja Lentoradan tarkoituksena on lisätä

ratakapasiteettiä tälle yhteysväliille. Lentorata mahdollistaa suorat kaukojunayhteydet Helsinki-Vantaan lentoasemalle, jolloin lähijunaliikenteen vuorotarjontaa olemassa olevilla rataosuuksilla olisi mahdollista kasvattaa. (Suomirata, 2023)

Lentoradan pituus on 30 kilometriä, josta 28 kilometriä sijoittuu tunneliin. Lentoradalta on yhteydet pääradalle pohjoiseen sekä Lahden oikoradalle, ja se lyhentää kaukojunaliikenteen matka-aikojä näistä suunnista Helsinki-Vantaan lentoasemalle noin 15–20 minuuttia. Lentoradan alustava linjaus on esitetty kuvassa 2.



**Kuva 2.** Lentoradan alustava linjaus Helsingistä Keravalle lentoaseman kautta. (Suomi-rata Oy, 2022)

Lentoradan ympäristövaikutusten arviointi ja linjaussuunnittelu käynnistettiin keväällä 2022. Alustavassa linjaussuunnitelmassa osoitetaan muun muassa radan likimääräinen sijainti sekä suhde ympäröivään maankäyttöön. Alustava linjaussuunnitelma ja ympäristövaikutusten arviointi valmistuvat vuoden 2023 loppuun mennessä, jonka jälkeen hanke jatkuu yleissuunnitelman ja ratasuunnitelman laatimisella. Yleissuunnitelman aloittaminen on nykyisellä aikataululla mahdollista vuonna 2024, minkä jälkeen ratalain mukaisen yleissuunnitelman ja ratasuunnitelman laatiminen kestäisi noin 4 vuotta. Lentoradasta ei ole vielä tehty rakentamispäätöstä. Hankkeen toteutuessa liikennöinti voisi alkaa aikaisintaan 2030-luvun puolivälissä. (Suomirata, 2023)

Lentoradan alustavat kustannukset arvioidaan suunnitteluvaiheessa, mutta Väyläviraston nykyinen arvio kustannuksista on maarakennuskustannusindeksillä (MAKU 130, 2010=100) laskettuna 2,7 miljardia euroa (Väylävirasto, 2020a). Hankkeen hyötykustannussuhteeksi käyttöönottovuodella 2040 on laskettu alustavien kustannusarvioiden perusteella 0,30 (Uudenmaan liitto, 2018).

## 2.3 Itärata

Itärata on suunnitteilla oleva kaksiraiteinen junayhteys, joka yhdistää Helsingin Lentoradan kautta Porvooseen ja siitä Kouvolaan. Lentoradan suunnittelu ja toteutuminen on edellytys Itäradan toteutumiselle, sillä Itäradan alustava linjaus kulkee Lentorataa pitkin Keravalle asti, mistä se jatkuisi Porvoon kautta Kouvolaan. (Itärata, 2023a)

Ratayhteyden pituus on 106 kilometriä ja se lyhentäisi matka-aikaa Helsingistä Kouvo- laan noin 13 minuutilla nopeustasolla 220 km/h sekä mahdollistaisi junaliikenteen Hel- singistä Porvooseen noin puolessa tunnissa. Itäradan yhtenä tavoitteena on toteuttaa kolmen tunnin matka-ajat Helsingistä Kuopioon ja Joensuuhun. (Itärata, 2023a) Itäradan reitti on esitetty kuvassa 3.



**Kuva 3.** Itärata ja uusi ratakäytävä Lentorata-Porvoo-Kouvola. Itärata on osoitettu kuvassa katkoviivalla. (Itärata, 2023a)

Hanketta varten on perustettu Itärata Oy, jonka toimialana on raideliikenneinfrastruktu- rin suunnittelu rakentamisvalmiuteen asti Lentorata–Porvoo–Kouvola-yhteysväli- llä. Yhtiön osakkaina on Suomen valtion lisäksi 24 kuntaa, ja se käynnisti toimintansa vuonna 2022. Itärata Oy:n ratasuunnitelmien on arvioitu valmistuvan aikaisintaan 2020-luvun lo- pussa. (Valtiovarainministeriö, 2023). Uuden ratayhteyden on tavoitteena valmistua vuo- teen 2040 mennessä.

Itäradan uuden rataosan kustannukset Helsinki-Vantaan lentoasema–Porvoo–Kouvola- rataosuudella ovat alustavalta arviolta 1,7 miljardia euroa, johon sisältyy noin 4 prosent- tia arvioituja suunnittelukustannuksia. Itärataan haetaan EU:n CEF-rahoitusta (Con- necting Europe Facility), joka kattaisi 50 % hyväksyttävistä suunnittelukustannuksista sekä

30 % toteutuskustannuksista. Hankkeen tukikelpoisuus tarkoittaisi, että Itärata sisällytettäisiin laajennettuun Euroopan liikenteen ydinverkkoon (TEN-T), ja sisällyttämispäätöksen odotetaan olevan valmis vuoden 2023 loppuun mennessä. (Itärata, 2023a)

### 3. HANKKEIDEN ILMASTOVAIKUTUKSET

Ratahankkeiden ilmastovaikutukset muodostuvat rakentamisen aikaisista päästöistä, hiilinieluihin ja -varastoihin kohdistuvista muutoksista, vaikutuksista liikenteen suoritteisiin sekä maankäyttömuutosten vaikutuksista ilmastopäästöihin (Valtiovarainministeriö, 2023). Tässä työssä on tarkasteltu hankkeiden ilmastovaikutuksia kuvassa 4 esitetyistä näkökulmista.



*Kuva 4. Ratahankkeiden ilmastovaikutusten muodostuminen.*

Hankkeiden rakentamisen ilmastovaikutukset tarkentuvat suunnittelun edetessä ja niihin vaikuttavat merkittävästi muun massa maastokäytävien lopulliset rajaukset sekä ratahankkeiden taitorakenteet kuten tunnelit. Turun tunnin junan ilmastopäästöjä on selvitetty huomattavasti laajemmin kuin Itäradan, joka on vielä hankkeena suhteellisen uusi. Lentoradan YVA-selvitys ei ole vielä valmistunut, eikä sen ilmastovaikutuksista ole vielä julkaistu alustavia arvioita.

#### 3.1 Rakentamisen aikaiset kokonaispäästöt

Noin puolet radan elinkaari- ja liikennöintipäästöistä syntyy rakentamisen aikaisista päästöistä (Väylävirasto, 2020b). Rakentamisen aikaiset kokonaispäästöt voidaan jakaa rakentamistöistä aiheutuviin sekä maankäytön muutoksesta aiheutuviin päästöihin. Tässä työssä rakentamisen aikaiset päästöt arvioidaan tapahtuvan hankkeen alkuvaiheessa eli noin 5–10 vuoden aikana.

Ratahankkeissa käytetään runsaasti terästä ja sementtiä, joiden tuotannot ovat maailmanlaajuisesti yksiä suurimpia kasvihuonekaasujen lähteitä (Suomi-Rata Oy, 2022). Teräs- ja betonimateriaaleja käytetään muun muassa pohjanvahvistuksissa sekä tunnelien

lujittamisessa. Maa- ja kallioleikkaukset ovat suuripäästöisiä työsuoritteita, ja myös tarvittavat kuljetus- ja työkonekalustot ovat merkittäviä kasvihuonekaasujen lähteitä.

### **Päästövähennyskeinot**

Rakennusmateriaalien valinnalla on merkittävä vaikutus ratahankkeiden kokonaispäästöihin, joita voidaan pienentää jo rakentamisen aikaisilla toimilla. Rakentamisen aikaisia päästövähennyksiä voidaan toteuttaa valitsemalla vähähiilisempiä materiaaleja, kuten kierrätettyä usiovalmistettua terästä, jonka energiantarve on malmivalmistusta merkittävästi pienempi. (Gaia Consulting Oy, 2020)

Rakentamisen aikaisia päästöjä voidaan vähentää myös optimoimalla maa- ja kiviaineksen hankintaa ja kierrättämistä (Valtioneuvosto, 2023). Kiertotalousselvitysten sekä ylijäämämassojen sijoittamisen suunnittelun avulla voitaisiin kivi- ja maa-aineksen käytön optimoida niin, että kaikki tarvittava aines saataisiin hankittua työmaiden sisältä ja voitaisiin jatkojalostaa päästöttömästi (Turun tunnin juna Oy, 2022).

Tunnelirakentamisesta syntyy suuri osa rakentamisen aikaisista kokonaispäästöistä, joten tunnelilouheiden jalostaminen uusiokäyttöön on merkittävä päästövähennyskeino ratahankkeissa. Tunnelilouheita voidaan jalostaa muun muassa radan eristys- ja välikerrokseen sekä betonin kiviainekseksi. Tämä kuitenkin edellyttää hankkeen aikaista kokonaisvaltaista jalostuksen ja logistiikan laadunhallintaprosessia sekä geologisten ominaisuuksien asiantuntijuutta. (GTK, 2023)

## **3.2 Vaikutus hiilivarastoihin ja -nieluun**

Radan rakentaminen muuttaa hankealueen maankäyttöä ja pienentää kasvillisuuden ja maaperän hiilivarastoa. Rakentaminen muuttaa oleellisesti maaperää sekä kasvillisuutta etenkin silloin, kun maamassaa kaivetaan suuria määriä pois korvaten se paremmin rakentamiseen soveltuvilla aineksilla. (Ympäristöministeriö, 2023)

Hiilinielu kuvaa metsiin sitoutuneen hiilivaraston muutosta, jossa hiilivarasto kasvaa. Metsävarat ovat suurin hiilivarasto ja hiilinieluihin vaikuttava tekijä Suomessa. Metsät sitovat ilmakehän hiilidioksidia toimien hiilinieluna silloin, kun puuston kasvu on suurempaa kuin hakkuut ja luontainen poistuma. Kasvavat metsät alkavat toimia hiilinieluna vasta noin 30 vuoden ikäisinä. Hiilivaraston pienentyessä metsät toimivat hiilen lähteenä. Metsien nettohiilinielun kokoon vaikuttavat vuosittaiset luonnonpoistumat sekä toteutuneet hakkuut. (Väylävirasto, 2021)

Ratahankkeiden linjausvaihtoehtojen vaikutuksia hiilivarastoihin voidaan arvioida muun muassa tarkastelemalla hankealueelle sijoittuvien hiilivarastojen nykytilaa ja eri linjausvaihtoehtojen niihin aiheuttamia muutoksia. Hiilinielun muutosta voidaan myös arvioida esimerkiksi tarkastelemalla puuston sitoman hiilen vapautumista takaisin ilmakehään rakentamisaikana. (Väylävirasto, 2021)

Suunnitteluhankkeen hiilivaraston kokonaisvaikutukseen voidaan vaikuttaa sillä, minkälaiseen loppukäyttöön alueelta kaadettavaa puutavaraa hyödynnetään. Rakentamiseen käytettyyn puutavaraan sitoutunut hiili säilyy puussa pitkään, kun taas poltettaessa puu energiaksi sitoutunut hiili vapautuu takaisin ilmakehään. (Väylävirasto, 2021) Suurimmat vaikutukset hiilivarastoon syntyy lähtökohtaisesti silloin, kun rakennetaan täysin uutta ratalinjaa, sillä tällöin maankäytön muutos koskee merkittävän suurta aluetta.

### **Päästövähennyskeinot**

Ratahankkeiden linjausvaihtoehtoissa voi olla merkittäviä eroja hiilinieluvaiikutusten osalta. Ratalinjojen huolellisella suunnittelulla voidaan vaikuttaa hiilinielujen säilymiseen, ja negatiivisia ilmastovaikutuksia voidaan vähentää muassa välttämällä täysin uusien ratalinjojen suunnittelua, mikä ei kuitenkaan usein ole mahdollista tai kannattavaa.

Rakentamisessa menetettyjä hiilinieluja voidaan pitkällä aikavälillä kompensoida esimerkiksi metsittämällä ei-viljeltyjä peltoja. Rakentamisvaiheessa kaadettuja puita voidaan hyödyntää rakennusmateriaalina ja näin ollen nostaa hankkeen kierrätysastetta. (Väylävirasto, 2020b)

## **3.3 Liikenteen vuotuiset päästövaikutukset**

Liikennöinnin ilmastovaikutuksiin vaikuttaa liikennöintimallit, matkustajakysyntä ja sen muutokset sekä eri kulkumuotojen päästökehitykset. Raideliikenteen lisääntyessä hiilidioksidipäästöt eivät juurikaan lisäänty, mutta pitkällä aikavälillä tieliikenteen päästöt pienenevät kulkutapamuutosten vaikutuksesta. Suomen junaliikenteen liikennöinnin päästöt muodostuvat ainoastaan dieseljunaliikenteestä, sillä junaliikenteen tarvitsema sähkö tuotetaan vesivoimalla. (Väylävirasto, 2020b)

Liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä sekä päästövaikutuksia voidaan arvioida hyödyntämällä liikennemääriä ja -suoritteita. Päästöjä voidaan arvioida laskemalla ja vertailemalla nykytilanteen sekä ennustetilanteen liikennemääriä.

Uusista ratahankkeista liikennöinnin aloittaisi suunnitelmien mukaan ensimmäisenä Turun tunnin juna 2030-luvun alkupuolella ja tästä noin 10–15 vuoden päästä Lentorata

sekä Itärata. Näin ollen liikenteen päästövaikutuksia arvioidessa tulee tarkastella liikennöintiin liittyviä tulevaisuudenennusteita pitkältä aikaväliltä.

### **Päästövähennyskeinot**

Liikenteen päästöihin voidaan vaikuttaa kehittämällä toimintaa ympäristöystävällisemmäksi sekä suunnittelemalla vähäpäästöisemmän liikennöinnin mahdollistavia ratoja. Junaliikenne on erittäin ympäristöystävällinen kulkutapa, joten sen kulkutapaosuutta lisäämällä voidaan laskea koko liikennejärjestelmän päästöjä. Tärkeimpiä keinoja, joilla rautanpitäjä voi kasvattaa junaliikenteen kulkutapaosuutta, ja näin ollen vaikuttaa liikenteen kokonaispäästöihin, ovat rataverkon häiriöttömyyteen, täsmällisyyteen sekä nopeuteen panostaminen. (Väylävirasto, 2020b)

Raideliikenteen liikennöinnin kokonaispäästöjen vähennyskeinoja ovat muun muassa sähköistetyn raideliikenteen lisääminen, matkustajakapasiteetin kasvattaminen sekä liikenteen optimointi (Väylävirasto, 2020b). Tässä työssä tarkasteltavien ratahankkeiden olemassa olevat rataosuudet kuuluvat Suomen sähköistettyyn rataverkkoon. Näiden hankkeiden osalta liikenteen päästövähennyspotentiaali on pieni, sillä Suomen sisäiset sähköistetyillä raiteilla kuljetut junamatkat ovat jo nykyisin päästöttömiä.

## 4. ILMASTOVAIKUTUSTEN VERTAILU

Tässä luvussa käsitellään tarkasteltavien ratahankkeiden ilmastovaikutuksia luvussa 3 esitellyistä näkökulmista. Työssä tarkasteltavat ratahankkeet ovat eri vaiheissa suunnitteluprosessia, eikä niistä siksi ole saatavissa tietoja samoissa määrin ja samalla tarkkuustasolla. Ratahankkeiden suunnitelmat ovat aikaisessa vaiheessa, eikä rakentamisen aikaisia päästöjä voida arvioida tarkasti, sillä tulevaisuuden rakennusteknologia ja -innovaatiot voivat pienentää rakentamisen aikaisia päästöjä huomattavasti.

Turun tunnin junan ilmastopäästöihin liittyen löytyy monipuolisesti tietoa ja sen päästövähennekeinoista on laadittu selvitys. Lentoradasta on laadittu vuonna 2018 vaikutusten arvio, jossa käsitellään lyhyesti hankkeen ilmastovaikutuksia. Itärataan liittyvät ilmastovaikutukset ovat vielä karkeita arvioita, jotka pohjautuvat muihin ratahankkeisiin. Tarkasteltavien ratahankkeiden ilmastopäästöt sekä -vaikutukset on koottu yhteenvetoon lukuun 4.4.

### 4.1 Turun tunnin juna

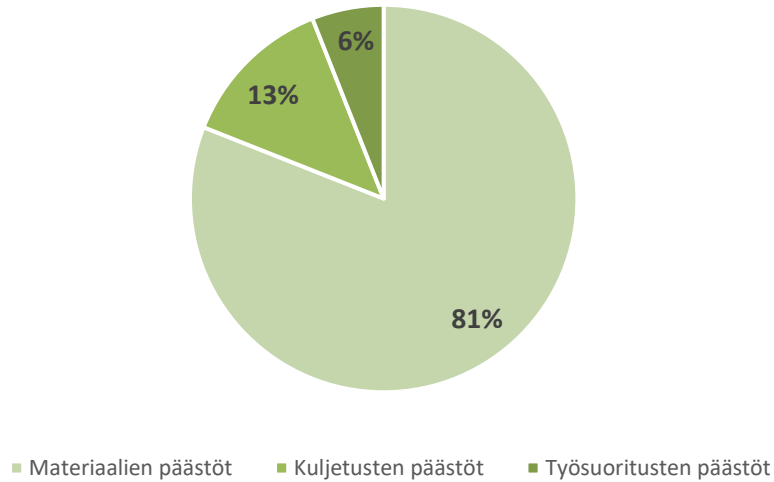
#### Rakentamisen aikaiset päästöt

Helsinki-Turku-välin nopean junayhteyden hankekokonaisuuden rakentamisen aikaisten kokonaispäästöjen on arvioitu olevan noin 1 038 kilotonnia hiilidioksidiekvivalenttia (CO<sub>2</sub>-ekv.). Ratalinja muodostaa noin 58 % ja sillat noin 20 % rakentamisen aikaisista kokonaispäästöistä. Loput päästöistä muodostuvat tunneleista ja teistä. Rakentamisesta aiheutuvat kasvihuonepäästöt on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Turun tunnin juna-ratahankkeen rakentamisesta aiheutuvat kasvihuonepäästöt. (Väylävirasto, 2020c)

Osa-alue	Päästöt (ktCO <sub>2</sub> -ekv)	Osuus [%]
Ratalinjasto	602	58
Sillat	231	22
Tunnelit	104	10
Tiet	101	10
Yhteensä	1038	100

Rakentamisen aikaisista päästöistä noin 80 % muodostuu materiaalien, kuten teräksen ja sementin, päästöistä. Rakentamiseen liittyvät kuljetukset ja työsuoritukset muodostavat noin 20 % hankkeen rakentamisen aikaisista päästöistä. Päästöjen osuudet on esitetty kuvassa 5.



**Kuva 5.** Turun tunnin junan rakentamisen aikaisten päästöjen jakautuminen. (Turun Tunnin Juna Oy, 2022)

Helsinki-Turku-raideyhteyden rakentamisen aikaisia kokonaispäästöjä olisi mahdollista vähentää jopa 36 %:lla rakentamisen aikana tehtävien toimenpiteiden kautta. Turun tunnin junan uusi rakentamisen aikainen päästövaikutus olisi 1038 kilotonnin sijaan 662 kilotonnia hiilidioksidia, jos päästövähennykset olisivat 36,2 %. Suurimmat vaikutukset päästövähennyspotentiaaliin ovat kierrätysteräksen ja vihreän betonin käytöllä, joilla kokonaispäästöjä voisi vähentää noin 33 %:lla. Työkoneiden käytön tehostamisella sekä maa- ja kiviaineksen uusiokäytöllä kokonaispäästöt vähentyisivät noin 3 %. (Turun Tunnin Juna Oy, 2022) Päästövähennyspotentiaalit on esitetty kuvassa 6.



**Kuva 6. Päästövähennyspotentiaali rakentamisen aikaisissa toimenpiteissä. (Turun Tunnin Juna Oy, 2022)**

### Vaikutus hiilivarastoihin ja -nieluun

Turun tunnin junan suunnittelualueen metsäpinta-ala on noin 336 ha, kun taas nykyra-dan parantamisessa suunnittelualueen metsäpinta-ala olisi noin 4 ha. Suunnittelualueen kasvavista metsistä noin 62 % on ikärakenteeltaan tarpeeksi varttunutta toimiakseen hii-linieluna. Ratahankkeen vaikutuksista hiilinieluun vaikuttaa merkittävästi se, minkälaisista metsää ratalinjauksen tieltä kaadetaan. (Väylävirasto, 2021) Turun tunnin junan Espoo–Salo-väli koostuu nykytilassa pääosin metsä- ja peltomaasta, ja Salo–Turku-välillä noin 50 % alueesta on metsä- ja peltomaata (Väylävirasto, 2020c).

Turun tunnin junan vaikutusta hiilivarastoihin on arvioitu määrittämällä hankealueen hii-livarastot ja tutkimalla hankkeesta aiheutuvia muutoksia niihin. Arvioinnissa on keskitytty metsä- ja peltomaan vaikutuksiin sekä huomioitu maaperään ja kasvillisuuteen sitoutu-neet hiilivarastot ja niiden muutokset. Turun tunnin junan toteutuessa hankealueelta poistuisi nykyisten suunnitelmien mukaan 401 miljoonan kilogramman suuruinen hiiliva-rasto. (Väylävirasto, 2020c)

### Liikenteen päästövaikutukset

Liikenteen päästöihin vaikuttavat muutokset maankäytössä sekä liikennejärjestelmässä. Turun tunnin juna tuo täysin uusia paikkakuntia junaliikenteen piiriin, kun Vihtiin ja Loh-jalle pääsee matkustamaan niin lähi- kuin kaukojunalla. Uusi raideyhteys vapauttaa ra-takapasiteettiä nykyisin ruuhkautuneelta Rantaradalta, jolloin Varsinais-Suomen lähiju-naliikenteen kehittämisen mahdollisuudet paranevat.

## 4.2 Lentorata

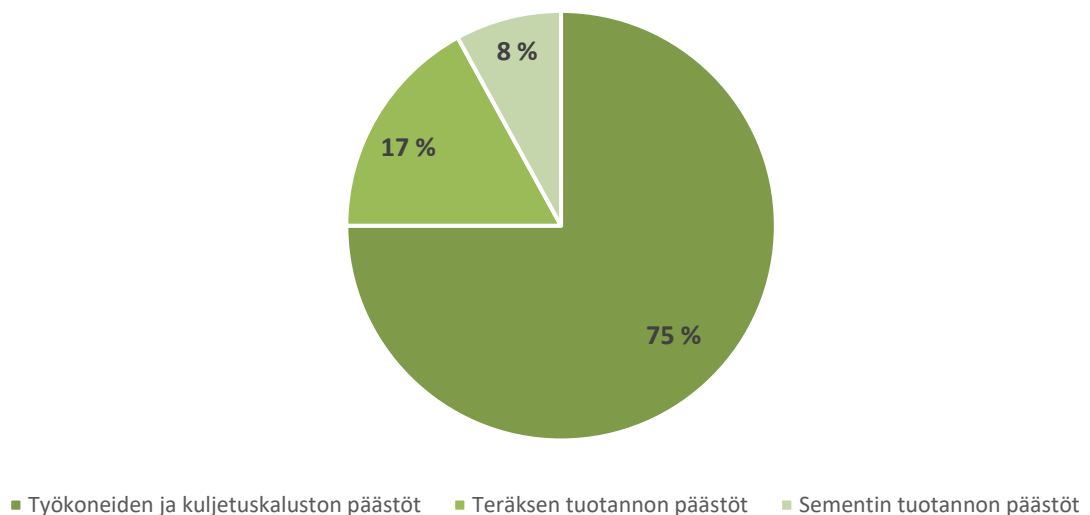
### Rakentamisen aikaiset päästöt

Lentoradan rakentamisen aikaiset kokonaispäästöt ovat 438 000 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia. Kokonaispäästöistä 90 % muodostuu tunnelirakentamisesta ja loput 10 % muista osa-alueista, kuten perustusrakenteista (Suomi-Rata Oy, 2022). Rakentamisesta aiheutuvat päästöt on esitetty taulukossa 2. Tunnelien rakentamisen päästöihin vaikuttaa suuresti tunneleissa käytettävä sementti, jota käytetään muun muassa kallion injektointiin sekä betoniverhouksessa (Suomi-Rata Oy, 2022).

**Taulukko 2.** Lentoradan rakentamisen aikaiset ilmastopäästöt. (Suomi-rata Oy, 2022)

Osa-alue	Päästöt (ktCO <sub>2</sub> -ekv)	Osuus [%]
Tunnelit	398	90
Radan rakenne	21	5
Perustusrakenteet	12	3
Sähkörata	8	2
Yhteensä	438	100

Lentoradan rakentamisesta aiheutuvista kokonaispäästöistä noin 75 % muodostuu sementin tuotannosta, 18 % teräksen tuotannosta ja 8 % työkoneista sekä kuljetuskalustosta. Rakentamisesta aiheutuvien päästöjen jakautuminen on esitetty kuvassa 7.



**Kuva 7.** Lentoradan rakentamisesta aiheutuvien päästöjen jakautuminen

Lentoradan radan rakenteen päästöt aiheuttavat noin 5 % rakentamisen aikaisista kokonaispäästöistä, ja niistä noin 15 % aiheutuu sementin tuotannosta ja noin 20 % työkoneista ja kuljetuskalustosta. Loput eli noin 70 % päästöistä aiheutuu teräksen tuotannosta, mihin vaikuttaa kiskojen suuri määrä. (Suomi-rata Oy, 2022)

Lentorata kulkee lähes koko matkan tunnelissa, joten pengerrakenne on suhteellisen matalaa, mikä vaikuttaa tarvittavaan työkoneiden määrään. Tunnelin ja Lentoaseman juna-aseman rakentamisesta aiheutuu arviolta 4 500 000 kuutiometriä kallion louhintaa. (Uudenmaan liitto, 2018) Tunneleiden rakentaminen tuottaa usean vuoden ajan runsaasti kallioainesta, jota voidaan hyödyntää lähialueen infrarakentamisessa.

### **Vaikutus hiilivarastoihin ja -nieluun**

Lentoradan vaikutusten arvioinnissa arvioidaan vaikutuksia hiilivarastoihin suuntaa antavalla tarkkuudella. Lentoradan linjaus kulkee usean luonnonsuojelualueen läpi. Näillä osuuksilla Lentorata kulkee tunnelissa, eikä tärkeää luonnonympäristöä ja suuria metsäalueita tuhota, mikäli ne voidaan huomioida pystykuilujen ja ajotunneleiden sijoittelussa. Selvityksessä on arvioitu, että Lentoradan vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen ovat vähäisiä. (Uudenmaan liitto, 2018)

### **Liikenteen päästövaikutukset**

Lentorata ja Pääradan lisäraiteet aiheuttavat kulkutapajakaumaan muutoksia, kun tieliikenteestä siirtyy matkustajia raideliikenteeseen. Lentoradan myötä raideliikenteen päästöt kasvavat, mutta tieliikenteen päästöjen oletetaan vähenevän, kun Lentorata lisää ratakapasiteettia ja näin ollen mahdollistaa lähi- ja taajamajunaliikenteen lisäämisen (Uudenmaan liitto, 2018)

Junaliikenteen kalusto on sähkövetoista, joten raideliikenteen päästöihin vaikuttaa enimmäkseen radan geometria, liikennöintimallit sekä liikennesuoritteet. Lentoradan vaikutusten arvioinnissa (Uudenmaan liitto, 2018) Lentoradan toteutuessa liikenteen tuottamat vuotuiset hiilidioksidipäästöt olisivat 5000 tonnia pienemmät kuin vertailuvaihtoehdossa 0. Vertailuvaihtoehtoon 0 kuuluvat nykytilaa täydentävät hankkeet, jotka ovat jo rakenteilla tai joista on tehty rakentamispäätös. Näitä hankkeita ovat esimerkiksi Pasila-Riihimäki-rataosuuden välityskyvyn nostamisen 1. vaihe sekä Pasilan läntinen lisäraide. (Uudenmaan liitto, 2018)

## 4.3 Itärata

### Rakentamisen aikaiset päästöt

Itäradan rakentamisen aikaisten päästöjen on arvioitu olevan 864 000 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia. Päästöt on arvioitu karkeilla nauhakustannuksilla pohjautuen muihin ratahankkeisiin ja niiden laskennallinen takaisinmaksuaika nykyisellä rakentamisen teknologialla on 280 vuotta. (Valtiovarainministeriö, 2023)

### Vaikutus hiilivarastoihin ja -nieluun

Itäradan toteutuessa nykyisten suunnitelmien mukaan hankealueelta poistuisi 418 miljoonan kilogramman suuruinen hiilivarasto. Arvio pohjautuu muihin ratahankkeisiin, eikä tarkempia arvioita ole saatavilla ennen Itäradan YVA-selvityksen valmistumista vuoden 2024 kesällä. (Valtiovarainministeriö, 2023)

### Liikenteen päästövaikutukset

Itäradan vaikutusalueella on 2 miljoonaa asukasta ja se vaikuttaa suoraan seitsemän maakunnan raideliikenteeseen, joten sen liikenteellisten vaikutusten voidaan ennustaa olevan merkittäviä (Itärata, 2023b). Itäradan liikennöinnin vuotuiset päästövaikutukset ovat toteutuessaan 4,6 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia alhaisemmat kuin nykytilanteessa. Arviossa ei ole huomioitu liikenteen käyttäjämaksujen tai Lentoradan päästövähennyksien vaikutuksia. (Valtiovarainministeriö, 2023)

#### 4.4 Ilmastopäästöjen yhteenveto

Taulukkoon 3 on koottu luvuissa 4.1–4.3 esitetyt rakentamisen ja liikennöinnin aikaiset karkeat arviot hankkeiden ilmastopäästöistä. Liikennöinnin päästövaikutukset on esitetty vuoden 2040 tilanteessa.

**Taulukko 3.** Hankkeiden arvioidut rakentamisen ja liikennöinnin aikaiset ilmastopäästöt. (Valtiovarainministeriö, 2023)

Hanke	Rakentamisen aikaiset kokonaispäästöt (1000 tonnia CO2 ekv.)	Vaikutus hiilivarastoihin ja -nieluun (1000 tonnia CO2 ekv.)	Liikenteen vuotuiset päästövaikutukset vertailuvaihtoehtoon nähden ilman käyttäjämaksuja (1000 tonnia CO2 ekv.)	Päästöjen laskennallinen takaisinmaksuaika	Huomioita
Turun tunnin juna	1038*	401*	-10,2	140*	*yleissuunnitelman pohjalta
Itärata	864**	418**	-4,6****	280	**karkeilla nauha-kustannuksilla muihin hankkeisiin pohjautuen ****ilman Lentoradan päästövähennystä
Lentorata	438***	-***	-1,5	290***	***alustavan linjauksen pohjalta

Taulukossa 3 esitetyt laskennalliset takaisinmaksuajat tarkoittavat aikaa vuosina, minkä aikana hankkeen rakentamisesta aiheutuvat päästöt on saatu kompensoitua hankkeen aikaansaaman liikenteen ilmastopäästöjen laskulla. Hankkeiden takaisinmaksuajat ovat pitkiä, mutta niitä on mahdollista lyhentää uusilla rakentamisen päästöjä alentavilla innovaatioilla. (Valtiovarainministeriö, 2023)

## 5. PÄÄTELMÄT

Ratahankkeiden ilmastovaikutukset ovat merkittäviä ja ilmastopäästöjen takaisinmaksuajat ovat pitkiä, mutta niitä on mahdollista lyhentää uusilla teknologisilla innovaatioilla, jotka mahdollistavat ilmastoystävällisemmän rakentamisen. Nykyiset arviot ratahankkeiden ilmastovaikutuksista ja -päästöistä ovat alustavia ja niiden suuruuteen voidaan vaikuttaa erilaisilla päästövähennyskeinoilla.

Rakentamisen aikaiset päästöt muodostavat noin puolet radan elinkaaripäästöistä. Ratahankkeissa käytettävät materiaalit vaikuttavat olennaisesti päästöjen suuruuteen, ja ratahankkeissa käytettävien teräksen ja sementin tuotannot ovat suuria kasvihuonekaasujen lähteitä maailmanlaajuisesti. Rakentamisen aikana voidaan toteuttaa päästövähennyksiä muun muassa valitsemalla mahdollisimman ympäristöystävällisiä rakennusmateriaaleja kuten kierrätysterästä.

Suuret ratahankkeet muuttavat hankealueiden maankäyttöä pienentäen kasvillisuuden sekä maaperän hiilivarastoa. Ratahankkeiden linjausvaihtoehdoilla onkin merkittävä vaikutus hiilivarastoihin, ja hankkeiden ilmastovaikutuksia voidaan pienentää ja kompensoida muun muassa metsittämällä viljelemättömiä peltoalueita sekä huomioimalla ympäristön monimuotoisuus ratalinjan suunnittelussa.

Suomen junaliikenteen liikennöinnin päästöt ovat jo nykytilanteessa alhaiset, sillä päästöjä muodostuu ainoastaan dieseljunaliikenteestä. Sähköjunaliikenteen tarvitsema sähkö tuotetaan vesivoimalla, joten sähköjunien liikennöinti on päästötöntä. Ympäristöystävällisen junaliikenteen kulkutapaosuutta voidaan kasvattaa parantamalla junaliikenteen palvelutasoa. Ratahankkeet vaikuttavat pidemmällä aikavälillä kulkutapajakaumaan ja niiden elinkaaret ovat huomattavan pitkiä, joten mahdollisimman todenmukaisen kokonaiskuvan saamiseksi ilmastovaikutuksia ja hiilidioksidipäästöjä tulee tarkastella ratahankkeiden koko elinkaarelle huomioiden myös liikenteelliset päästöt.

Hankkeiden rakentamisen ilmastovaikutukset tarkentuvat suunnittelun edetessä ja niihin vaikuttavat merkittävästi muun massa maastokäytävien lopulliset rajaukset sekä ratahankkeiden taitorakenteet kuten tunnelit. Turun tunnin junasta on saatavilla huomattavasti tarkempaa tietoa kuin Lentorata- ja Itärata-hankkeista, jotka ovat vielä suunnitteluvaiheen alussa. Itäradan rakentamisen ja liikennöinnin arvioidut päästöt pohjautuvat Valtionvarainministeriön vuoden 2023 julkaisuun, jonka arviot ovat alustavia ja niihin liittyy merkittäviä epävarmuustekijöitä. Myös päästölaskennan reunaehtojen päivittyminen tulevaisuudessa aiheuttaa nykyisiin laskelmiin epävarmuustekijöitä.

# LÄHTEET

Gaia Consulting Oy (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. Loppuraportti. Rakennusteollisuus.

Geologian tutkimuskeskus GTK (2023). Turun tunnin juna – kalliolouheiden hyötykäyttö kiertotalouden näkökulmasta.

Hämäläinen, J. (2023). Selvitys: Porvoon kautta kulkeva Itärata tulisi todella kalliiksi ja se tarvitsisi suhteellisesti muita ratahankkeita enemmän julkista rahoitusta. *Uusimaa*. 24.1.2023. Viitattu 27.10.2023. Saatavilla: <https://www.uusimaa.fi/paikalliset/5674051>

Itärata (2023a). Mikä Itärata? Viitattu 28.8.2023. Saatavilla: <https://www.itarata.fi/mika-itarata/>

Itärata (2023b). Itäradan liikenneselvitys. Julkistamistilaisuuden materiaali 27.4.2023. Saatavilla: <https://www.itarata.fi/wp-content/uploads/2023/04/Itarata-liikenneselvitys-tiivistelma-ja-loppuraportti.pdf>

Nieminen, E. (2023). Nopeiden raideyhteyksien hyödyt jäävät kustannuksia pienemmiksi, ja niiden rakentamisesta aiheutuisi valtavat päästöt. *Yle Uutiset*. 24.1.2023. Viitattu 27.10.2023. Saatavilla: <https://yle.fi/a/74-20014231>

Suomirata (2023). Lentorata. Viitattu: 28.8.2023. Saatavilla: <http://www.suomirata.fi/lentorata>

Suomi-rata Oy (2022). Suomiradan hankevaihtoehtojen rakentamisen aikaisten ilmastopäästöjen arviointi.

Turun Tunnin Juna Oy (2022). Turun tunnin junan rakentamisen aikaisista päästöistä voidaan vähentää ainakin kolmannes. Viitattu: 28.8.2023. Saatavilla: <https://www.tunninjuna.fi/turun-tunnin-junan-rakentamisen-aikaisista-paastoista-voidaan-vahentaa-ainakin-kolmannes/>

Turun Tunnin Juna Oy (2023). Tietoa hankkeesta. Viitattu: 28.8.2023. Saatavilla: <https://www.tunninjuna.fi/tietoa-hankkeesta/>

Uudenmaan liitto (2018). Lentoradan vaikutusten arviointi. Uudenmaan liiton julkaisuja E 204.

Valtioneuvosto (2023). Vahva ja välittävä Suomi. Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma 20.6.2023. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58.

Valtiovarainministeriö (2023). Suurten ratahankkeiden rahoituksen ja investointimahdollisuuksien selvitys. Valtiovarainministeriön julkaisuja 2023:5.

Väylävirasto (2019). Helsinki–Turku nopean junayhteyden hankekokonaisuuden YVA. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Väyläviraston julkaisuja 48/2019.

Väylävirasto (2020a). Itä-Suomen junayhteyksien kehittämismahdollisuuksien arviointi. Väyläviraston julkaisuja 15/2020.

Väylävirasto (2020b). Rataverkon toimenpiteiden liikennejärjestelmä- ja ilmastovaikutukset. Väyläviraston julkaisuja 39/2020.

Väylävirasto (2020c). Helsinki–Turku nopean junayhteyden hankekokonaisuuden YVA. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Väyläviraston julkaisuja 55/2020.

Väylävirasto (2021). Helsinki–Turku nopean junayhteyden hankekokonaisuuden YVA. Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen täydennysraportti. Väyläviraston julkaisuja 55/2021.

Ympäristöministeriö (2023). Suomen maaperän seuranta, tila ja käytön ohjauskeinot. Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:33