

TURUN KAUPUNKI

# TURUN RAITIOTIEN YLEISSUUNNITELMA

## LIITE 7.1. KUSTANNUSLASKENTA JA PÄÄSTÖARVIO

18.11.2022

JULKINEN



Havainnekuva: WSP Finland Oy  
Vaunun 3D-malli: Tampereen Raitiotie Oy/ Tampereen Ratikka

315670

REV: -

---

## Sisällysluettelo

<b>1. Kustannuslaskennan toteutus</b> .....	<b>3</b>
1.1. Ositus .....	4
1.2. Hankeosakirjaston täydennykset .....	5
1.3. Laskentaperiaatteet .....	6
1.3.1. <i>Kertoimet ja hanketehtävät</i> .....	6
1.3.2. <i>Ryhmittely</i> .....	8
1.3.3. <i>Periaatteet</i> .....	8
1.4. Laskentamenetelmä .....	9
<b>2. Päästöjen laskentamenetelmä</b> .....	<b>13</b>
2.1. Päästöarvojen täydennykset.....	13
<b>3. Kokonaiskustannukset</b> .....	<b>15</b>
3.1. Linjauskohtaiset kustannukset.....	15
3.2. Epävarmuustekijät .....	17
<b>4. Kokonaispäästöt</b> .....	<b>18</b>
4.1. Linjauskohtaiset päästöt .....	18
4.2. Epävarmuustekijät .....	19
<b>5. Laadunvarmistus</b> .....	<b>20</b>
<b>6. Kustannusten pienentäminen</b> .....	<b>21</b>

## 1. Kustannuslaskennan toteutus

Hankkeen rakentamiskustannukset on laskettu Fore-kustannuslaskentaohjelman hankeosalaskentasovelluksella (Hola). Hola perustuu hankeosiltaan INFRA 2006 hankeosanimikkeistöön. Laskenta on tehty investointilaskelmana. Hankeosalaskenta soveltuu hyvin yleissuunnitelmatasoiseen kustannuslaskentaan, sillä se hyödyntää mallinnettuja infrarakenteita. Hankeosille syötetään eri ominaisuustietoja (kuten leveydet ja pohjaolosuhteet), joiden perusteella ohjelma mallintaa kustannuksen kyseiselle hankeosalle.

Hankeosakustannus sisältää rakennusosien kustannukset (työ ja materiaali) sekä työmaatehtävät (urakoitsijan projekti- ja yritystason kustannukset ja katevaatimukset). Lisäksi kustannuksiin lisätään vielä tilaajatehtävät, jotka huomioivat esimerkiksi tutkimus-, suunnittelu- ja rakennuttamiskustannukset. Työmaa- ja tilaajatehtäville määritellään prosentit, joiden mukaan niiden määrät lasketaan rakenneosakustannuksista ja hankeosakustannuksista. Karkeasti työmaatehtävät lasketaan määrättyjen prosentiosuuksien mukaan rakenneosien summasta ja tilaajatehtävät edelleen hankeosien summasta. Tässä laskennassa käytetyt tehtävien prosentit on kuvattu kappaleessa 1.3.1.

Hankeosia mitataan joko kappaleina, metreinä tai neliömetreinä. Laskennassa käytetyt määrät ja mitat on laskettu liikennesuunnitelmista ja vesihuollon suunnitelmista.

Laskenta on suoritettu Foren toukokuun 2022 hinnastolla, jonka MAKU-indeksi on 125,31 (2015=100).

Laskennassa huomioitiin kaikki tässä yleissuunnitelmassa tutkitut linjausvaihtoehdot, joiden lisäksi huomioitiin varikosta syntyvät kustannukset sekä yhteys varikolle. Tämän lisäksi raitiotien rakennuskustannuksissa huomioitiin kaksi linjauksen ulkopuolella olevaa katuosuutta, joille tulee tehdä uudet bussi- ja pyörätiejärjestelyt raitiotien toteutuksen yhteydessä.

Työnaikaisen liikennejärjestelyt on laskettu Foresta irrallisena kokonaisuutena. Foressa työnaikaisten liikennejärjestelyjen kerroin on 1. Laskentaa varten raitiotien linja on jaettu eri haastavuusluokkiin ja liikennejärjestelyjen kustannusarviosta on saatu raidelinjojen juoksumetrimitat.

Lisäksi laskennassa on huomioitu myös taiteen kustannukset, jotka on arvioitu olevan noin 1 % hankkeen linjaosuuden rakentamiskustannuksista.

Tarkemmin laskennan periaatteista kappaleessa 1.3.3.

Kustannuksiin sisältyvät myös pilaantuneiden maiden käsittely, arkeologiset kaivaukset ja maanhankinta. Nämä on saatu erillisistä selvityksistä.

Laskennassa muodostettiin kustannusarviot eri linjausvaihtoehdoille. Laskennassa tutkittiin kolmea eri linjausvaihtoehtoa, VE1 Humalistonkadun linjaus, VE2 Matkakeskuksen linjaus sekä VE3 Haarautuva linjaus. Lisäksi Humalistonkadun linjaukselle laskettiin vielä kolme eri vaihtoehtoa: VE1 Tuomiokirkontori, VE1 Varissuon jatke Orminkujalle sekä VE1 Varissuon jatke Kraatarinkadulle. Laskenta muodostui osioista, joita yhdistämällä laskettiin kunkin tutkitun vaihtoehdon kokonaiskustannukset.

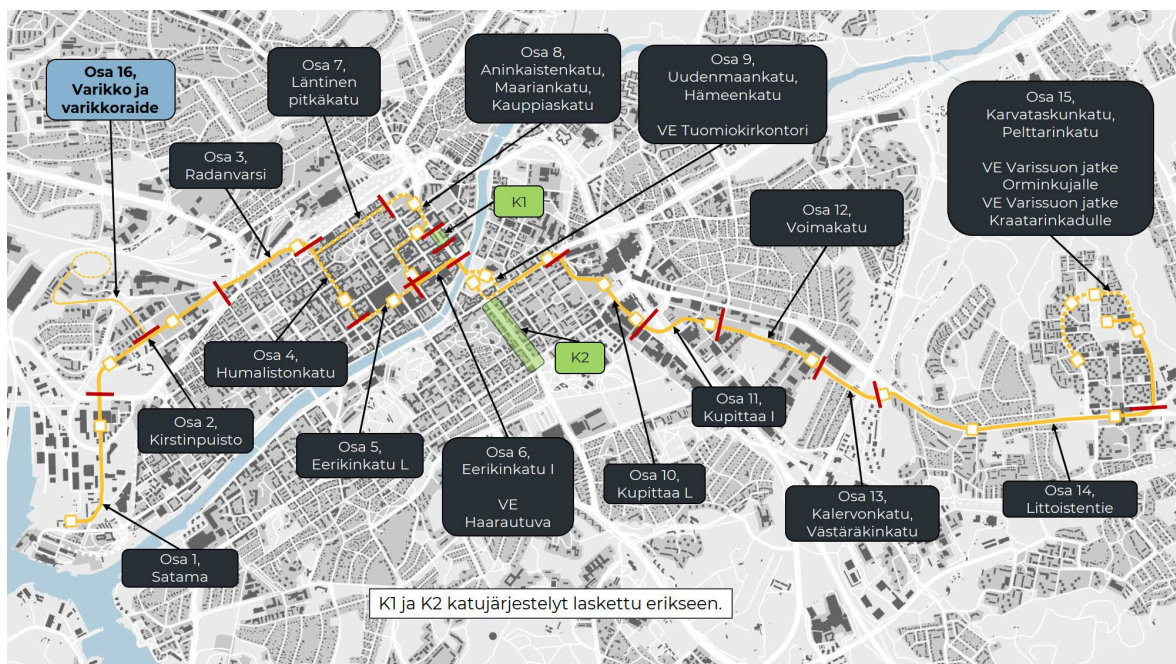


## 1.1. Ositus

Laskennassa raitiotien linjaus jaettiin 16 osaan laskelman hallinnan helpottamiseksi. Kul-  
lekin osiolla laadittiin oma laskenta, mikä mahdollisti myös erilaisten riskivarausten huomi-  
oinnin eri osiolla. Ositus tehtiin raitiotien ympäristön ja suunnitelmaratkaisujen perusteella  
luonteviin kokonaisuuksiin. Osien pituudet vaihtelevat 350 metristä yli kahteen kilometriin.  
Jaottelun pohjana toimivat Matkakeskuksen ja Humalistonkadun linjausvaihtoehdot. Näi-  
den lisäksi kolmelle osiolla laskettiin vaihtoehtoiset kustannukset tarkasteltujen linjaus-  
vaihtoehtojen perusteella. Nämä ovat osio 6, osio 9 ja osio 15.

Varikon kustannukset huomioitiin omana osiona, joka sisältää varikkoalueen sekä yhtey-  
den varikolle. Linjausvaihtoehtojen ulkopuolelta laskelmassa huomioitiin myös katuosuu-  
det Aninkaistenkadulla (K1) ja Uudenmaankadulla (K2). Nämä osuudet on esitetty kustan-  
nuslaskennassa erikseen. Aninkaistenkadun osuus K1 on Maariankadun ja Yliopistonka-  
dun liittymien välinen katuosuus, jonka pituus on noin 180 metriä. Uudenmaankadun  
osuus K2 on Hämeenkadun ja Itäisen Pitkätien välinen katuosuus, jonka pituus on noin  
535 metriä.

Laskennan ositus on esitetty kuva 1 ja taulukossa 1. Tarkemmin ositukset on esitetty ra-  
portin liitteessä 7.3.



Kuva 1: Laskennan ositus.

*Taulukko 1: Kustannuslaskennassa käytetty ositus sekä kunkin linjausvaihtoehdon sisältä-  
mät osiot. Varikko ja kadut sisältyvät jokaiseen linjaukseen.*

Osoite	Pituus	Paaluväli	VE1 Humaliston- katu	VE2 Matkakesku- s	VE3 Haarautuva	VE1 Humaliston- katu, Tuomio- kirkontori	VE1 Humaliston- katu Ormin- kujalle	VE1 Humaliston- katu Kraatarin- kadulle
1 – Satama	1050	0-1050	x	x	x	x	x	x
2 – Kirstinpuisto	1095	1050-2145	x	x	x	x	x	x
3 – Radanvarsi	835	2145-2980	x	x	x	x	x	x
4 – Humalistonkatu	635	2980-3615	x		x	x	x	x
5 – Eerikinkatu L	470	3615-4085	x		x	x	x	x
6 – Eerikinkatu I	350	4630-4980/ 4085-4435	x	x		x	x	x
6 – Eerikinkatu I, haarautuva vaihtoehto	350	4630-4980/ 4085-4435			x			
7 – Läntinen Pitkätie	720	2980-3700		x				
8 – Aninkaistenk.-Maariank.- Kauppiask.	930	3700-4630		x	x			
9 – Uudenmaankatu-Hämeenkatu	955	4980-5935	x	x	x		x	x
9 – Tuomiokirkon linjaus	890	4980-5935				x		
10 – Kupittaa L	805	5935-6740	x	x	x	x	x	x
11 – Kupittaa I	615	6740-7355	x	x	x	x	x	x
12 – Voimakatu	750	7355-8105	x	x	x	x	x	x
13 – Kalervonk. – Västäräkink.	490	8105-8595	x	x	x	x	x	x
14 – Littoistentie	2045	8595-10640	x	x	x	x	x	x
15 – Karvataskunkatu	870	10640-11510	x	x	x	x		
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Orminkujalle	1345	20+50-11985					x	
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Kraatarinkadulle	1790	10640-12430						x

## 1.2. Hankeosakirjaston täydennykset

Foren hankeosia on laskentaan täydennetty itse luoduilla muilla kohde- ja linjaosilla niiden hankeosien osalta, joita Holasta ei valmiiksi ollut valittavissa. Näiltä osin kustannukset on arvioitu joko Foren rakenneosalaskentasovelluksella (Rola) tai WSP:n asiantuntija-arviona. Seuraavassa on listattu kaikki ne hankeosat, joiden kustannukset on arvioitu Holan ulkopuolella ja mihin hinta-arvio on perustunut. Taulukossa 2 on esitetty rakenteen rakenneosan hinta-arvio, eli hinnassa ei ole vielä huomioitu hankeosalaskelman kertoimia, ellei toisin mainita.

Taulukko 2: Hankeosat, joilla on täydennetty Foren valmiita hankeosia.

Rakennusosa	á	Hinta/á €	Hinta-arvion lähde
Pyöräpysäköinti	kpl	280	Asiantuntija-arvio aikaisempien toteutuneiden hankkeiden perusteella. Hinnassa huomioitu indeksikorotus.
Portaali	kpl	10 500	Rola: Liikenteenohjaus/telematiikkaportaali, kehäportaali, putki (kahden tai kolmen kaistan yli), johon asiantuntija-arviona lisätty varausta, sillä tässä vaiheessa portaaleja ei suunniteltu tarkemmin eikä olla varmoja toteuttavasta rakenteesta
Kaide: Kevyen liikenteen sälekaide johtimella	m	83,34	Rola: Kevyen liikenteen sälekaide johtimella
Sulkupuomi, 1,5m, H=1,0m	kpl	2348,04	Rola: Sulkupuomi, 1,5 m, H 1,0m
Runkomelun torjunta	m	80	Hinta pohjautuu aikaisemmissa yleissuunnitelmissa käytettyyn hintaan, jota on hieman asiantuntija-arviona korotettu hintojen nousua ajatellen.
Hajavirtaeristys	m	560	Hinta pohjautuu aikaisemmissa yleissuunnitelmissa käytettyyn hintaan, jota on hieman asiantuntija-arviona korotettu hintojen nousua ajatellen.
Sillan S3 korjaus	kpl	3 000 000	Hinta-arvio saatu Turun kaupungilta, työnä sillan kannen uusiminen ja siipimuurien kunnostus. Sillan toimenpiteitä ei ole vielä päätetty, sillä laskennan laadintahetkellä sillan kantavuusmittaukset olivat vielä kesken.
Sillan S7 jatko	kpl	56 000	Asiantuntija-arvio, 4000 €/m <sup>2</sup> , varauduttu normaalia haastavampaan työmaalla tehtäviin pintakäsittelyihin ja liitoksiin.
S9-S12	kpl	73 953,95	Asiantuntija-arviona oletuksena, että kansielementti nostetaan pois ja puretaan, hinta-arviona noin 200–250 €/m <sup>3</sup> ja arvioitu kuutioiden määrä. Sisältää poikkeuksellisesti työmaakustannukset.
Siltamainen pohjanvahvistusrakenne	m2	2 240	Asiantuntija-arvio, varauduttu haastavaan rakenteeseen sekä lisäksi huomioitu varaus arkeologisten kaivausten vaikutukseen, jota on vaikea ennustaa tässä suunnitteluvaiheessa.
Vesihuollon suojaputket	erä	vaihtelee	Rakennusosahintataulukko suunnitelmassa esitetyille suojaputkille saatu Foren asiakastuen kautta ja laskettu osioittain erillisenä laskentana.

### 1.3. Laskentaperiaatteet

#### 1.3.1. Kertoimet ja hanketehtävät

Foren laskelman kertoimina käytettiin Turun kaupungin ohjeistuksen mukaisia kertoimia pois lukien hankkeen kokovaikutuskerrointa, jossa käytettiin Helsingin seudun raitiotiehankeiden mukaista kerrointa. Keskustan alueella käytettiin korkeampaa toteutusympäristökerrointa kuvaamaan keskusta-alueen suurempaa haastavuutta. Tämä koskee osioita 4, 5, 6, 8, 9 ja 10. Laskennassa käytetyt kertoimet ovat olleet seuraavat:

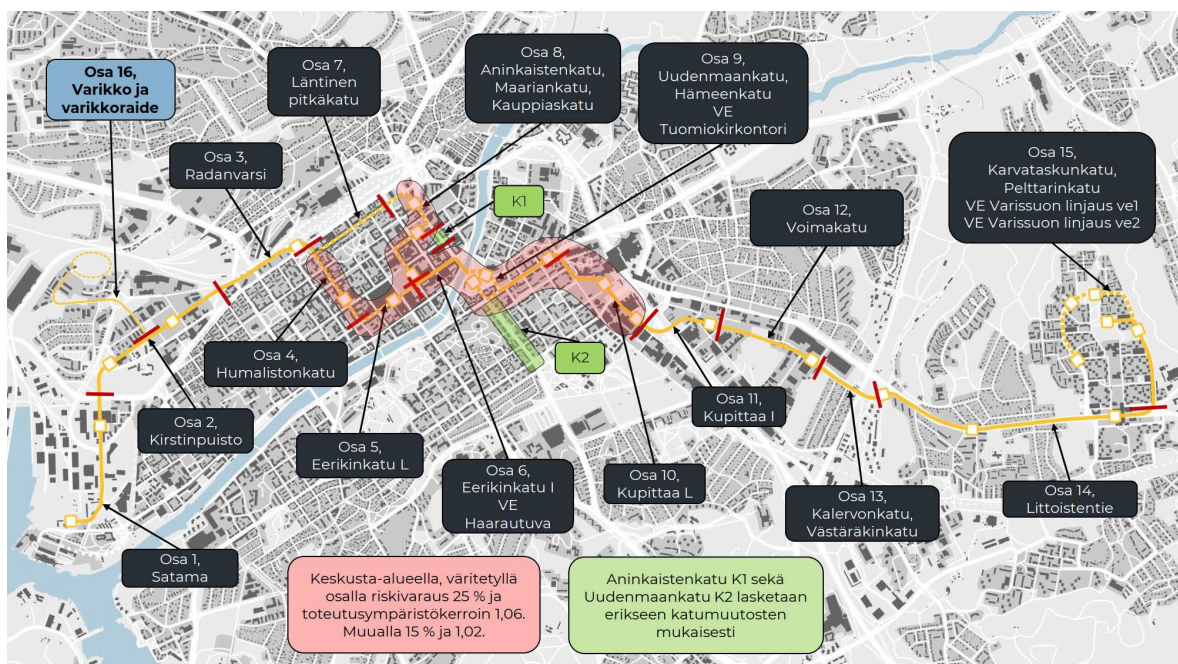
- Korkokanta: 5,00
- Aluekerroin: 0,96

- Kokovaikutus: 0,90
- Toteutusympäristö: 1,02 / 1,06 (keskusta)

Jokaiselle laskelmalle määritettiin myös hanketehtävien suuruusprosentti. Tilaajatehtävissä määritelty varaus on keskusta-alueella esitetty korkeammaksi, sillä keskustan alueella on enemmän epävarmuustekijöitä. Tämä koskee samoja osia kuin korkeampi toteutusympäristökertoimen, eli osioita 4, 5, 6, 8, 9, ja 10. Alapuolella on listattu hankeosatehtävissä käytetyt prosentit.

- Työmaatehtävät (sisältyvät hankeosakustannuksiin)
  - o Rakentamisen johtotehtävät 5 %
  - o Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut 2 %
  - o Työmaapalvelut 2 %
  - o Työmaan kalusto 1 %
  - o Urakoitsijan yritystehtävät 10 %
  - o Hintatason muutokset 0 %
- Tilaajatehtävät
  - o Suunnittelutehtävät 10 %
  - o Rakennuttamis- ja omistajatehtävät
  - o Rakennuttamistehtävät 4 %
  - o Varaukset 15 % / 25 % (keskusta)

Karttaesitys korkeamman toteutusympäristökertoimen ja riskivarauksen kattamasta alueesta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2: Toteutusympäristökertoimet ja riskivaraukset.



### 1.3.2. Ryhmittely

Laskennan ryhmittelyssä noudatettiin Turun kaupungin ohjeistusta infrarakentamisen kustannushallinnasta. Ryhmittelyyn lisättiin kuitenkin alaotsikoita sopimaan paremmin tähän hankkeeseen taulukon 3 mukaisesti. Ryhmittely hyväksyttiin hankkeen ohjausryhmässä.

*Taulukko 3: Laskelmissa käytetyt pääryhmät. Sinisellä on esitetty lisäykset Turun kaupungin ohjeistamaan ryhmittelyyn.*

Laskelmissa käytettävät pääryhmät	Huomautuksia
01 Katu	Sisältää ajoradat, jalkakäytävät, pyörätiet, liittymät, erotusalueet, pysäkit, suojatiet sekä katujärjestelyihin välittömästi liittyvät kalusteet
02 Viheralue	Hanke ei sisällä erillistä viheralueen suunnittelua, viheralueeseen sisällytetään katuvihreä
06 Esirakentaminen	Käsittää varikon alueen esirakentamisen
10 Johtosiirrot	Tele, sähkö, kaukolämpö, kaukokylmä, vesihuolto siirrot
11 Purkutyöt	Varissuon alikulkujen purut
12 Raitiotie	Pysäkit, raiteet, sähköistys, sähkönsyöttöasemat, runkomelun torjunta, hajavirtasuojaus, pohjanvahvistukset
13 Sillat ja taitorakenteet	Sillat, muurit yms.
14 Liikennevalot ja valaistus	Kadun sekä raitiotien liikennevalo-ohjaus sekä valaistus

Raportointiin ryhmittelyä tiivistettiin seuraavasti:

- Katu ja katuympäristö: sisältää ryhmät **Katu** ja **Viheralue**
- Raitiotie: sisältää ryhmät **Raitiotie** ja **Esirakentaminen**
- Johtosiirrot: sisältää ryhmän **Johtosiirrot**
- Liikennevalot ja valaistus: sisältää ryhmän **Liikennevalot ja valaistus**
- Sillat ja taitorakenteet: sisältää ryhmät **Purkutyö** ja **Sillat ja taitorakenteet**

Pitoaikojen ja jäännösarvojen määrittelyssä ryhmittelyä muokattiin siten, että pohjanvahvistukset eroteltiin omiksi eriksi.

### 1.3.3. Periaatteet

Kustannukset on laskettu koko hankkeen osalta uudisrakentamisena. Laskenta on laadittu seinästä seinään -periaatteella, eli laskenta sisältää sekä raitiotien että sen aiheuttamat katualueen uusimisen kustannukset koko katualueen osalta. Poikkeuksena tässä ovat osuudet, joissa raitiotie on suunniteltu katuverkon ulkopuolelle, kuten esimerkiksi Kirstinpuiston osuus. Osin raitiotie on suunniteltu nykyisen katuverkon rinnalle, mutta tällöinkin on huomioitu laskennassa myös katuverkon muutokset kokonaisuudessaan. Voimakadun osalta laskennassa on vain raitiotien rakentamiskustannukset, sillä katuverkko rakentuu



osuudelle muun hankkeen yhteydessä. Kustannuslaskennassa käytetty rajausta on esitetty raportin liitteessä 7.2.

Laskennassa on pyritty huomiomaan tavoitteellinen laatutaso, joka pintamateriaalien kohdalla noudattaa Design Manual -ohjeistuksen mukaisia materiaalivalintoja. Näistä on jouduttu tekemään joitain poikkeuksia Foressa olevien valintamahdollisuuksien takia, mutta poikkeamat ovat vähäisiä. Poikkeamat koskevat korottamattoman erotusalueen pintamateriaalia (nupukivi laskettu betonikivenä) sekä raitiotien nurmipäälylystettä (esitetty maksaruuhona tai ketona ja laskettu nurmena).

## 1.4. Laskentamenetelmä

Laskelmat on pääosin toteutettu mittaamalla määrätietoja liikennesuunnitelmista ja vesihuollon suunnitelmista ja kirjaamalla määriä osioittain hankeosalaskelmiin ryhmittelyn mukaisesti. Yhteistyössä suunnittelijoiden ja myös Rapal Oy:n asiantuntijoiden kanssa on varmistettu paras laskentamenetelmä hankkeelle ja varmistettu, että eri hankeosat nivoutuvat hyvin yhteen. Hankeosalaskelmaa on mahdollista tehdä useammalla eri menetelmällä riippuen siitä, mitä tarjolla olevia hankeosia laskelmassa halutaan hyödyntää. Tiiviillä vuoropuhelulla varmistettiin, että käytetyt hankeosat sopivat yhteen, eli kaikki tarpeellinen tulee huomioiduksi, eikä päällekkäisyyksiä pääse syntymään. Seuraavaksi on esitetty laskelman tärkeimpiä periaatteita ja menetelmiä.

### Katualue

Katualueen laskennassa on eroteltu ajorata, pyörätiet ja erotusalueet. Jalkakäytävät ja pyörätiet on laskettu erikseen, sillä niiden pintamateriaalit eroavat toisistaan. Erityistä huomiota on kiinnitetty reunakivien oikeaan määrään ja tätä on säädetty eri hankeosien välillä siten, että ne vastaavat suunnitelmaa. Pysäkit ja suojatiet on laskettu erikseen. Lisäksi osa kalusteista, kuten portaalit, kaiteet sekä pyöräpysäköinti, on lisätty muuna kohdeosana Rolasta saatavan hintatason mukaan tai asiantuntija-arviona. Katuvihreä on huomioitu laskennassa. Puille on laskettu runko- ja juurisuojat keskustan alueelle.

Korottamattomat erotusalueet on jouduttu laskemaan paikoin korvaavilla pintamateriaaleilla, koska suunniteltuja pintamateriaaleja ei ollut tarjolla laskentasovelluksessa eikä tätä ehditty laskennan laadinnan aikana päivittämään sovellukseen. Tämä koskee Design Manual -ohjeessa esitettyä kortteliosuutta ja urbaania osuutta, joilla noppakivi jouduttiin laskemaan betonikivellä. Tämä koskee suhteellisen vähäistä määrää erotusalueita, sillä valtaosa erotusalueista laskettiin korotetuille erotusalueille.

### Raitiotie

Raitiotien pintamateriaaleissa on noudatettu Design Manual -ohjeen mukaista jakoa, joka on myös esitetty suunnitelmissa. Viherraide on esitetty raportissa maksaruuhona tai ketona, mutta laskelmissa pintamateriaaliksi on valittu nurmi. Yksittäisiä liittymäalueita tai pysäkkien kohdalla olevia materiaaliroja ei ole huomioitu. Hajavirtaeristys on laskettu nurmetetulle raiteelle ja runkomelun torjuntarakenne niille rataosuuksille, jossa kallion pinta on lähellä maanpintaa (merkittävimmät osuudet keskustassa, Kupittaalla ja Varissuolla).

Pysäkeissä huomioitiin erikseen ne pysäkit, joiden yhteydessä oli myös joukkoliikenteen pysäkit. Nämä laskettiin pitkinä raitiotiepysäkkeinä eikä niitä huomioitu katuosuudessa.

Pohjanvahvistuksissa on käytetty paalulaattaa. Osuudet on jaettu pehmeikön paksuuden mukaan sopiviksi kokonaisuuksiksi, jotka on sitten viety laskelmaan. Laskennassa on

huomioitu erikseen Uudenmaankadulle tuleva siltamainen pohjanvahvistusrakenne, jonka hinta on laskettu erikseen.

### Johtosiirrot ja vesihuolto

Johtosiirtojen osalta siirrot on jaettu kuvan 1 laskentaosioiden mukaisesti. Osion sisällä on laskettu kokonaispituus kullekin kaapelityypille. Uutta kaapelia on oletettu tulevan yhtä paljon kuin purettavaa. Erityistä huomiota kiinnitettiin Läntisellä Pitkätiellä siirrettävään 110 kV voimalinjaan, jonka hankeosalaskelmalla saatua hinta-arviota korotettiin asiantuntija-arviona, sillä hinta-arvio ei täsmännyt aikaisemmissa hankkeissa käytettyyn kustannusarvioon tai muista lähteistä saatuun metrihintaan. Laskennassa oletettiin, että nykyiset muuntamot ja jakokaapit voidaan siirtää, joten niiden uusimista ei huomioitu.

Vesihuollon osalta laskelmassa huomioitiin siirrettävien vesihuoltoputkien poisto ja uusien asennus. Jo nykyisin käytöstä poistuneiden putkien purkua ei laskennassa huomioitu, sillä näiden määrää on mahdotonta arvioida ennen hankkeen toteutusta. Laskennassa on kuitenkin laskettu merkittävä riskivaraus vastaavia kuluja varten. Muuten vesihuollon siirrot laskettiin vesihuollon suunnitelmien mukaisesti joko yhdistelmäkaivantoina tai yksittäisinä putkina.

Johtuen Foren valintavaihtoehtoista ei vesihuollon uusien putkien osalta voitu laskea aina suunnitellun putken mukaista hintaa. Taulukossa 4 on esitetty poikkeamat suunnitelmiin.

*Taulukko 4: Suunnitelmassa esitetyt putkikoot ja laskennassa käytetty putkikoko.*

Johtotyyppi	Suunnitelmassa esitetty	Laskennassa käytetty
<b>Vesijohto</b>		
	32M	63PE
	50M	63PE
	75M	90PE
	80M	90PE
	110SG	110PE
	125SG	150SG
	150M	160M
	180M	200M
	450M	500M
<b>Jäte-/hule-/sekavesijohto</b>		
	110M	110M(p)
	150B	160M
	150M	160M
	300M	315M
	800T	800B
	800M	800B
	1000M	1000B
	1000T	1000B
	1220T	1200B
<b>Paineistettu jätevesijohto</b>		
	300M	315M
	800M	900M

Laskennassa on myös huomioitu vesihuoltoputkien raitiotien alitusten kohdalle tulevat suojaputket. Koska suojaputkia ei laskennan laadinnan hetkellä ollut Foren hankeosissa, laskettiin suojaputkien hinta-arvio erikseen. Laskenta tehtiin Foren laatiman metrihinnan hintataulukolla. Lasketut kokonaiserät lisättiin hankeosalaskelmiin osioittain.

### **Katuvalaistus ja liikennevalot**

Laskennassa varauduttiin katuvalojen uusimiseen. Liikennevalot huomioitiin laskelmissa ja niihin laskettiin joukkoliikenne-etuus ja vihreä aalto (liikennevalojen ajoitusmenetelmä, jossa liikennevalojen vihreä vaihe ajoitetaan niin, että pääsuunnan suoraan menevä liikennevirta pystyy etenemään pysähtymättä useamman valo-ohjatun liittymän ohitse).

### **Sillat**

Sillat laskettiin pääosin hankeosasovelluksen hankeosilla. Kuitenkin sillan S7 hinta arvioitiin asiantuntija-arviona, sillä kyseessä oli nykyisen sillan jatkaminen. Lisäksi sillan rakenne oli poikkeava. Tuomiokirkonsillan osalta (S3) sillan kantavuuslaskelmat olivat vielä laskennan laadinnan aikaan kesken, joten sillalle tarvittavia toimenpiteitä ei oltu vielä selvitetty. Sillan tässä laskelmassa esitetty kustannusarvion antoi Turun kaupungin asiantuntija.

### **Muut suunnitelmat**

Laskennassa on otettu huomioon suunnittelualueella käynnissä olevat muut suunnitelmat. Voimakatu (Ramboll, [\[suunnitelman nimi\]](#)) on suunniteltu omana kokonaisuutenaan ja se toteutetaan erillisenä hankkeena. Raitiotien osalta osuudelle on laskettu vain raitiotien toteuttaminen, eli katujärjestelyiden kustannuksia ei ole siltä osuudelta huomioitu (osa 12). Lisäksi laskennassa on huomioitu kauppatorin suunnitelmat (Sitowise, Turun kauppatori ja sen ympäristön kadut) pohjanvahvistusten, johtosiirtojen ja kaapeleiden osalta (osat 5 ja 8).

### **Varikko**

Varikko sisältää itse varikkoalueen sekä varikkoyhteyden rakentamiskustannukset. Varikkoyhteys on laskettu samalla periaatteella kuin varsinainen raitiotielinja. Varikkoyhteyden raiteet ja vaihteet on laskettu linjaosuudelle saakka. Varikkoyhteyden varrella on yksi sähkönsyöttöasema, mutta sen on katsottu kuuluvan linjauksen kustannuksiin, eli se sisältyy osion 2 kustannuksiin.

Varikon kustannuksissa on huomioitu alueen esirakentaminen. Kustannuksissa on huomioitu myös pihan toteutus pois lukien pysäköintialueen ja raitiotien ulkopuolelle jäävän pihan muokkaus esirakentamisen lisäksi. Raitiotiet on laskettu varikolla murskepohjalle ja rakennusten sisällä asvaltilla. Laskennassa huomioitiin myös aluevalaistus. Hulevesiallasvarausta ei sisällytetty laskentaan.

Merkittävänä osana varikon kustannuksia on varikon laitteiston kustannukset taulukon 5 mukaisesti. Näitä ei ollut mahdollista laskea Forella, minkä vuoksi hinta arvioitiin erikseen. Hinnat perustuvat Turun raitiotien yleissuunnitelmassa ja sen tarkennuksessa kerättyihin tietoihin. Kustannuksissa on 15 % riskivaraus, sillä tässä vaiheessa on vielä epävarmaa, minkälaiset laitteistot varikolle tullaan toteuttamaan. Arviossa on huomioitu yleinen hinnannousu indeksikorotuksena.

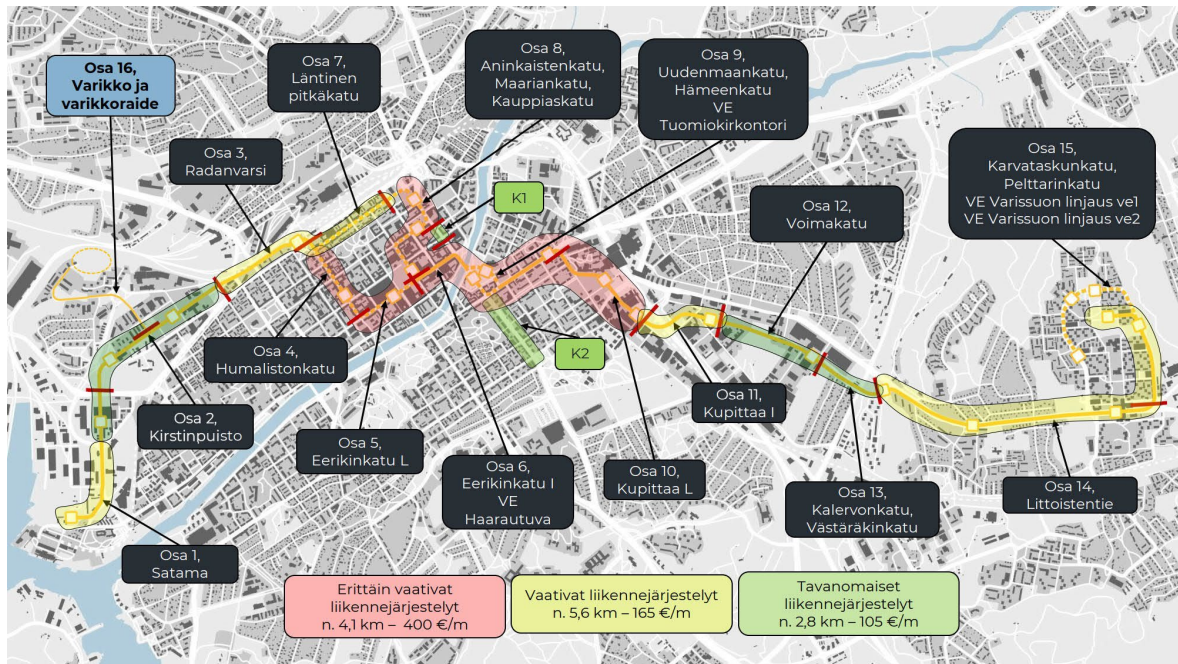
Taulukko 5: Arvio varikon laitteiston kustannuksista.

<b>Varikon varusteet</b>		
<b>Depot – special equipment</b>	Average cost [€]	Number of unit [-]
sanding facilities manual [incl. Silo] [-]	250 000	1
sanding facilities automatic [incl. Silo] [-]	350 000	0
wheel lathe [-]	1 200 000	1
compressor [-]	75 000	1
sewage treatment machine [-]	15 000	1
equipment for washing machine [-]	175 000	1
cleaning devices (high-pressure water blaster, vacuum cleaner) [-]	25 000	1
crane: 1 x 1-2 tons [-]	75 000	1
crane: 1 x 5-7 tons [-]	50 000	1
lifts for people and goods [-]	75 000	3
maintenance vehicles	400 000	1
multiservice vehicles	300 000	1
rail grinder	2 700 000	1
	<b>5 690 000</b>	
index increase + 11,6 %	<b>6 350 040</b>	
risk provision + 15 %	<b>7 302 546</b>	

### Työnaikaiset liikennejärjestelyt

Työnaikaiset liikennejärjestelyt laskettiin Forella laaditusta laskennasta erillisenä kokonaisuutena. Laskentaa varten raitiotien linja on jaettu eri haastavuusluokkiin ja liikennejärjestelyjen kustannusarviosta on saatu raidelinjojen juoksumetrimitat. Kustannukset laskettiin osioittain ja lisättiin kunkin vaihtoehdon kokonaiskustannuksiin.





Kuva 3: Työnaikaisten liikennejärjestelyjen laskentaperiaate.

## 2. Päästöjen laskentamenetelmä

CO<sub>2</sub>-päästöjen laskennassa käytettiin Foren CO<sub>2</sub>-laajennusta, jolla voidaan laskea hankeosalaskelmaan kirjattujen hankeosien päästöt. Foren päästöarvot perustuvat panoksille määriteltyihin CO<sub>2</sub> arvoihin, joiden panoskertoimet on määritelty yhteistyössä VTT:n kanssa. Hankeosalaskelma, laskettaessa uusirakentamista, huomio rakentamisvaiheen ja materiaalivalmistuksen päästöt, eli vaiheet A1 - A5.

Päästölaskelma muodostui samoista hankeosista kuin kustannuslaskenta, eli kustannuslaskennan pohjana käytetyt periaatteet näkyvät myös päästölaskennassa.

Hiilidioksidiekvivalentti on ilmastotieteessä käytetty suure, joka kuvaa ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta. Tämä tarkoittaa lämpenemisvaikutusta, jonka 1 kg ilmakehään päässyttä hiilidioksidia aiheuttaa 100 vuodessa. (Lähde: Rapal Oy – Part of Ørn Software).

### 2.1. Päästöarvojen täydennykset

Päästöt on laskettu Holan päästöarvioiden mukaisina, mutta osin päästöt ovat Holasta puuttuneet (kehitystyö on vielä kesken) ja toisaalta Holan hankeosien ulkopuoliset rakenteet (listattu kappaleessa 1.2) eivät sisällä päästöarvoja. Näiden osalta on päästöarvot liisätty Holan laskelmaan jälkikäteen. Alla olevassa taulukossa on listattu, mitä päästöarvoja on käytetty ja mihin päästöarvot perustuvat.

Taulukko 6: Hankeosat, joilla on täydennetty Foren valmiita hankeosia.

Hankeosa	á	Päästöt/á kgCO <sub>2</sub> e	Päästöarvion lähde
Pyöräpysäköinti	kpl	75,82	Rola: Polkupyöräteline, kiinteä, metallirakenteinen (leveys 120 cm)
Portaali	kpl	2123,08	Rola: Liikenteenohjaus/telematiikkaportaali, kehäportaali, putki (kahden tai kolmen kaistan yli)
Kaide: Kevyen liikenteen sälekaide johtimella	m	67,4	Rola: Kevyen liikenteen sälekaide johtimella
Sulkupuomi, 1,5m, H=1,0m	kpl	6,52	Rola: Sulkupuomi, 1,5 m, H 1,0m
Runkomelun torjunta	m	40	Vastaavan tuotteen EPD-kortti
Hajavirtaeristys	m	50	Vastaavan tuotteen EPD-kortti
Varastorakennus, lämmin (7538 brm <sup>2</sup> )		6 200 005	Laskettu One Click -päästölaskentaohjelmalla
Sillan S3 korjaus	kpl	-	Koska sillan korjaus/uusimistömenpiteistä ei ole alustavia määrä- ja materiaaliarvioita, ei Tuomiokirkonsillan korjauksen päästöjä voitu luotettavasti arvioida.
Sillan S7 jatko	kpl	8000	Asiantuntija-arvio, tehty suuntaa antava arvio Rolalla määrärarvioiden ja materiaalien perusteella
S9-S12	kpl	-	Laskettu Holalla purkuhinnan arvion mukaisesti Infran purku-hankeosalla
Siltamainen pohjanvahvistusrakenne	m <sup>2</sup>	250	Asiantuntija-arvio, 250 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> , pohjautuu aikaisemmissa hankkeissa käytettyyn betonisillan päästöarvioon, josta tehty tarpeellisia vähennyksiä
Vesihuollon suojaputket	erä	vaihtelee	Rakennusosapäästötaulukko käytettävillä suojaputkille saatu Foren asiakastuen kautta ja laskettu osioittain eränä.

### 3. Kokonaiskustannukset

#### 3.1. Linjauskohtaiset kustannukset

Raitiotien kustannukset osioittain on esitetty taukoissa 7 ja 8. Tarkemmat yhteenvedot osioittain on esitetty raportin liitteissä 7.3, 7.4 ja 7.5. Kokonaiskustannuksissa tulee huomioida, että laskennassa on huomioitu myös kaikki ne hankkeet, jotka tulee toteuttaa raitiotien mahdollistamiseksi. Osa näistä hankkeista voi toteutua myös itsenäisinä hankkeina ennen raitiotien toteuttamista.

Taulukko 7: Vaihtoehtojen VE1- VE3 kustannukset (M€).

Osuus	Pituus	VE1 Humaliston- katu M€	€/väylämetri	VE2 Matkakeskus M€	€/väylämetri	VE3 Haarautuva M€	€/väylämetri
<b>Pituus</b>		<b>11 km</b>		<b>11,5 km</b>		<b>11,9 km</b>	
<b>Rakentamiskustannukset ilman varikkoyhteyttä (sis. tilaajatehtävät)</b>							
<b>Linjaosuus</b>							
1 – Satama	1050	25	24 200	25	24 200	25	24 200
2 – Kirstinpuisto	1095	15	13 500	15	13 500	15	13 500
3 – Radanvarsi	835	17	20 500	17	20 500	17	20 500
4 – Humalistonkatu	635	11	17 100			11	17 100
5 – Eerikinkatu L	470	15	31 600			15	31 600
6 – Eerikinkatu I	350	16	45 200	16	45 200		
6 - Eerikinkatu I, haarautuva vaihtoehto	350					18	51 000
7 – Läntinen Pitkäkatu	720			10	13 900		
8 – Aninkaistenk.-Maariank.-Kauppiask.	930			17	18 200	17	18 200
9 – Uudenmaankatu-Hämeenkatu	955	34	35 400	34	35 400	34	35 400
9 – Tuomiokirkon linjaus	890						
10 – Kupittaa L	805	14	17 600	14	17 600	14	17 600
11 – Kupittaa I	615	20	32 000	20	32 000	20	32 000
12 – Voimakatu (Vain raitiotien kustannukset)	750	6	8 500	6	8 500	6	8 500
13 – Kalervonk. – Västäräkink.	490	10	21 100	10	21 100	10	21 100
14 – Littoistentie	2045	36	17 800	36	17 800	36	17 800
15 – Karvataskunkatu	870	15	17 000	15	17 000	15	17 000
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Orminkujalle	1345						
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Kraatarinkadulle	1790						
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>234</b>	<b>21 307</b>	<b>236</b>	<b>20 482</b>	<b>253</b>	<b>21 284</b>
<b>Muut osuudet</b>							
K1 – Aninkaistenkadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt		1		1		1	
K2 – Uudenmaankadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt		3		3		3	
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>238</b>	<b>21 603</b>	<b>239</b>	<b>20 764</b>	<b>257</b>	<b>21 557</b>
<b>Rakentamisen muut kustannukset</b>							
Työnäikaiset liikennejärjestelyt		3		3		3	
Taide (n. 1 % kustannuksista)		2		2		2	
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>242</b>	<b>22 035</b>	<b>244</b>	<b>21 182</b>	<b>262</b>	<b>21 986</b>
<b>Muut hankkeen rakentamiseen liittyvät kustannukset</b>							
Arkeologiset kaivaukset		25		25		25	
PIMA-kustannukset		10		10		11	
Maanhankinnan kustannukset		2		2		2	
<b>KAIKKI KUSTANNUKSET YHTEENSÄ (ilman varikkoa 16)</b>		<b>279</b>	<b>25 398</b>	<b>281</b>	<b>24 436</b>	<b>299</b>	<b>25 148</b>
<b>Varikon osuus</b>							
16 - Varikon yhdysraide		14		14		14	
16 – Varikko		40		40		40	
<b>KAIKKI KUSTANNUKSET YHTEENSÄ (sis. varikon)</b>		<b>333</b>	<b>30 288</b>	<b>335</b>	<b>29 113</b>	<b>353</b>	<b>29 668</b>

**Taulukko 8: Vaihtoehdon VE1 kustannustarkastelut Tuomiokirkontorin vaihtoehdolle sekä Varissuon jatkeille (M€).**

Osuus	Pituus	VE1 Humaliston- katu, Tuomio- kirkontori M€	€/väylämetri	VE1 Humaliston- katu Orminkujalle M€	€/väylämetri	VE1 Humaliston- katu Kraatarin- kadulle M€	€/väylämetri
<b>Pituus</b>		<b>11,4 km</b>		<b>12 km</b>		<b>12,4 km</b>	
<b>Rakentamiskustannukset ilman varikkoyhteyttä (sis. tilaajatehtävät)</b>							
<b>Linjaosuus</b>							
1 – Satama	1050	25	24 200	25	24 200	25	24 200
2 – Kirstinpuisto	1095	15	13 500	15	13 500	15	13 500
3 – Radanvarsi	835	17	20 500	17	20 500	17	20 500
4 – Humalistonkatu	635	11	17 100	11	17 100	11	17 100
5 – Eerikinkatu L	470	15	31 600	15	31 600	15	31 600
6 – Eerikinkatu I	350	16	45 200	16	45 200	16	45 200
6 - Eerikinkatu I, haarautuva vaihtoehto	350						
7 – Läntinen Pitkätie	720						
8 – Aninkaistenk.-Maariank.-Kauppiask.	930						
9 – Uudenmaankatu-Hämeenkatu	955			34	35 400	34	35 400
9 – Tuomiokirkon linjaus	890	32	36 400				
10 – Kupittaa L	805	14	17 600	14	17 600	14	17 600
11 – Kupittaa I	615	20	32 000	20	32 000	20	32 000
12 – Voimakatu (vain raitiotien kustannukset)	750	6	8 500	6	8 500	6	8 500
13 – Kalervonk. – Västäräkink.	490	10	21 100	10	21 100	10	21 100
14 – Littoistentie	2045	36	17 800	36	17 800	36	17 800
15 – Karvataskunkatu	870	15	17 000				
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Orminkujalle	1345			20	14 700		
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Kraatarinkadulle	1790					25	13 800
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>233</b>	<b>20 430</b>	<b>239</b>	<b>19 949</b>	<b>244</b>	<b>19 697</b>
<b>Muut osuudet</b>							
K1 – Aninkaistenkadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt		1		1		1	
K2 – Uudenmaankadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt		3		3		3	
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>236</b>	<b>20 715</b>	<b>243</b>	<b>20 220</b>	<b>247</b>	<b>19 959</b>
<b>Rakentamisen muut kustannukset</b>							
Työnaikaiset liikennejärjestelyt		3		3		3	
Taide (n. 1 % kustannuksista)		2		2		2	
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>241</b>	<b>21 130</b>	<b>247</b>	<b>20 623</b>	<b>252</b>	<b>20 354</b>
<b>Muut hankkeen rakentamiseen liittyvät kustannukset</b>							
Arkeologiset kaivaukset		25		25		25	
PIIMA-kustannukset		10		10		10	
Maanhankinnan kustannukset		2		2		2	
<b>KAIKKI KUSTANNUKSET YHTEENSÄ (ilman varikkoa 16)</b>		<b>278</b>	<b>24 412</b>	<b>285</b>	<b>23 741</b>	<b>290</b>	<b>23 372</b>
<b>Varikon osuus</b>							
16 - Varikon yhdysraide		14		14		14	
16 – Varikko		40		40		40	
<b>KAIKKI KUSTANNUKSET YHTEENSÄ (sis. varikon)</b>		<b>332</b>	<b>29 130</b>	<b>339</b>	<b>28 223</b>	<b>344</b>	<b>27 710</b>



### 3.2. Epävarmuustekijät

Kustannuslaskelma pohjautuu laadittuun Turun raitiotien yleissuunnitelmaan. Yleissuunnitelmatason tarkkuus heijastuu kustannuslaskentaan, jolloin kustannukset perustuvat keskimääräiseen hintatason mallinnettuihin arvoihin, eivät todellisiin hintoihin, tai todellisiin määriin.

Laskennan aikana on myös tunnistettu, että Foren laskentaohjelman hankeosien yksikkökustannukset eivät täysin vastaa tekijöiden käsitystä. Tällaisten hankeosien kustannuksia on tarkennettu muita lähteitä ja aikaisempia hankkeita hyödyntäen asiantuntija-arviona ja muutokset on kirjattu tähän liitetiedostoon.

Raaka-aineiden, kuten teräksen, hinnan muutokset tulevaisuudessa ovat yksi merkittävä riski kustannusarviossa. Toinen merkittävä kustannusriski muodostuu käynnissä olevasta Ukrainan sodasta, jonka pidempiaikaisia vaikutuksia materiaalien saatavuuteen ja hintaan on lähes mahdotonta ennustaa. Nämä riskitekijät on käyty hankkeen aikana läpi yhdessä ohjausryhmän kanssa ja sovittu, että laskelma toteutetaan näistä tekijöistä huolimatta Holan hinnaston mukaisilla hinnoilla.

Ulkoisten riskitekijöiden lisäksi on tunnistettu hankkeen kustannuslaskentaan liittyviä muita epävarmuustekijöitä. Kuten aikaisemmin on jo todettu, laskelma pohjautuu yleissuunnitelmaan, jossa kaikkia ratkaisuja ei vielä ole tarkkaan suunniteltu. Suunnitelman tarkoituksena on tutkia raitiotien toteutettavuutta ja vertailla sen eri vaihtoehtoja. Jatko-suunnittelussa tullaan ratkaisemaan tarkemmin käytettävät toteuttamistavat ja rakenteet. Tässä on listattu tämän hankkeen merkittävimpiä epävarmuustekijöitä.

- Tuomiokirkonsillan (S3) toimenpiteet
- Arkeologiset kaivaukset ja niiden mahdolliset kustannusvaikutukset raitiotien rakentamiskustannuksiin
- Siltamainen pohjanvahvistusrakenne
- Johtosiirrot ja etenkin vanhojen, jo käytöstä poistettujen putkien poistot
- 110 kV siirto Itäisellä Pitkätiellä
- Eerikinkadun sähkönsyöttöaseman toteutustapa (maanalainen/maanpäällinen)

## 4. Kokonaispäästöt

### 4.1. Linjauskohtaiset päästöt

Raitiotien rakentamisen kokonaispäästöt linjauksittain on esitetty taulukoissa 9-10. Tarkemmat yhteenvedot osioittain on esitetty raportin liitteissä 7.3, 7.4 ja 7.5 Kokonaispäästöarvioiden kohdalla tulee huomioida, että laskennassa on huomioitu myös kaikki ne hankkeet, jotka tulee toteuttaa raitiotien mahdollistamiseksi. Osa näistä hankkeista voi toteutua myös itsenäisinä ennen raitiotien toteuttamista. Laskenta ei sisällä Tuomiokirkonsillan (S3), työmaanaikaisten liikennejärjestelyjen, taiteen, arkeologisten kaivausten eikä pilaantuneen maan käsittelyn päästöjä.

Taulukko 9: Vaihtoehtojen VE1-VE3 kokonaispäästöt (MkgCO<sub>2</sub>).

Osuus	Pituus	VE1	kgCO <sub>2</sub>	VE2	kgCO <sub>2</sub>	VE3	kgCO <sub>2</sub>
		Humalistonkatu	/väylämetri	Matkakeskus	/väylämetri	Haarautuva	/väylämetri
		M kgCO <sub>2</sub>		M kgCO <sub>2</sub>		M kgCO <sub>2</sub>	
<b>Pituus</b>		<b>11 km</b>		<b>11,5 km</b>		<b>11,9 km</b>	
<b>Rakentamiskustannukset (sis. tilaajatehtävät)</b>							
<b>Linjaosuus</b>							
1 – Satama	1050	7,7	7 300	7,7	7 300	7,7	7 300
2 – Kirstinpuisto	1095	4,4	4 000	4,4	4 000	4,4	4 000
3 – Radanvarsi	835	4,7	5 700	4,7	5 700	4,7	5 700
4 – Humalistonkatu	635	3,2	5 000			3,2	5 000
5 – Eerikinkatu L	470	4,4	9 400			4,4	9 400
6 – Eerikinkatu I	350	4,0	11 500	4,0	11 500		
6 – Eerikinkatu I, haarautuva vaihtoehto	350					4,2	12 000
7 – Läntinen Pitkäkatu	720			3,1	4 300		
8 – Aninkaistenk.-Maarink.-Kauppiask.	930			3,7	4 000	3,7	4 000
9 – Uudenmaankatu-Hämeenkatu	955	5,9	6 100	5,9	6 100	5,9	6 100
9 – Tuomiokirkon linjaus	890						
10 – Kupittaa L	805	3,6	4 500	3,6	4 500	3,6	4 500
11 – Kupittaa I	615	4,6	7 600	4,6	7 600	4,6	7 600
12 – Voimakatu (vain raitiotien kustannukset)	750	3,0	4 000	3,0	4 000	3,0	4 000
13 – Kalervonk. – Västäräkink.	490	3,1	6 400	3,1	6 400	3,1	6 400
14 – Littoistentie	2045	12,1	5 900	12,1	5 900	12,1	5 900
15 – Karvataskunkatu	870	2,4	2 800	2,4	2 800	2,4	2 800
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Orminkujalle	1345						
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Kraatarinkadulle	1790						
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>63,3</b>	<b>5 754</b>	<b>62,5</b>	<b>5 439</b>	<b>67,2</b>	<b>5 647</b>
<b>Muut osuudet</b>							
K1 – Aninkaistenkadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt		0,2		0,2		0,2	
K2 – Uudenmaankadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt		0,5		0,5		0,5	
<b>KAIKKI PÄÄSTÖT YHTEENSÄ (ilman varikkoa 16)</b>		<b>64,0</b>	<b>5 818</b>	<b>63,2</b>	<b>5 500</b>	<b>67,9</b>	<b>5 705</b>
<b>Varikon osuus</b>							
16 – Varikko ja yhdysraide		13,5		13,5		13,5	
<b>KAIKKI PÄÄSTÖT YHTEENSÄ (sis. varikon)</b>		<b>77,5</b>	<b>7 043</b>	<b>76,7</b>	<b>6 672</b>	<b>81,4</b>	<b>6 838</b>

**Taulukko 10: Vaihtoehdon VE1 päästötarkastelut Tuomiokirkontorin vaihtoehdolle sekä Varissuon jatkeille (MkgCO<sub>2</sub>).**

Osuus	Pituus	VE1 Humalistonkatu, Tuomiokirkontori M kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub> /väylämetri	VE1 Humalistonkatu Orminkujalle M kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub> /väylämetri	VE1 Humalistonkatu Kraatarinkadulle M kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub> /väylämetri
<b>Pituus</b>		<b>11,4 km</b>		<b>12 km</b>		<b>12,4 km</b>	
<b>Rakentamiskustannukset (sis. tilaajatehtävät)</b>							
<b>Linjaosuus</b>							
1 – Satama	1050	7,7	7 300	7,7	7 300	7,7	7 300
2 – Kirstinpuisto	1095	4,4	4 000	4,4	4 000	4,4	4 000
3 – Radanvarsi	835	4,7	5 700	4,7	5 700	4,7	5 700
4 – Humalistonkatu	635	3,2	5 000	3,2	5 000	3,2	5 000
5 – Eerikinkatu L	470	4,4	9 400	4,4	9 400	4,4	9 400
6 – Eerikinkatu I	350	4,0	11 500	4,0	11 500	4,0	11 500
6 - Eerikinkatu I, haarautuva vaihtoehto	350						
7 – Läntinen Pitkätie	720						
8 – Aninkaistenk.-Maariank.-Kauppiask.	930						
9 – Uudenmaankatu-Hämeenkatu	955			5,9	6 100	5,9	6 100
9 – Tuomiokirkon linjaus	890	5,3	6 000				
10 – Kupittaa L	805	3,6	4 500	3,6	4 500	3,6	4 500
11 – Kupittaa I	615	4,6	7 600	4,6	7 600	4,6	7 600
12 – Voimakatu (vain raitiotien kustannukset)	750	3,0	4 000	3,0	4 000	3,0	4 000
13 – Kalervonk. – Västäräkink.	490	3,1	6 400	3,1	6 400	3,1	6 400
14 – Littoistentie	2045	12,1	5 900	12,1	5 900	12,1	5 900
15 – Karvataskunkatu	870	2,4	2 800				
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Orminkujalle	1345			3,7	2 700		
15 – Karvataskunkatu, Varissuon jatke Kraatarinkadulle	1790					4,8	2 700
<b>YHTEENSÄ</b>		<b>62,7</b>	<b>5 503</b>	<b>64,5</b>	<b>5 379</b>	<b>65,6</b>	<b>5 292</b>
<b>Muut osuudet</b>							
K1 – Aninkaistenkadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt		0,2		0,2		0,2	
K2 – Uudenmaankadun bussi- ja pyörätiejärjestelyt		0,5		0,5		0,5	
<b>KAIKKI PÄÄSTÖT YHTEENSÄ (ilman varikkoa 16)</b>		<b>63,4</b>	<b>5 565</b>	<b>65,2</b>	<b>5 437</b>	<b>66,3</b>	<b>5 348</b>
<b>Varikon osuus</b>							
16 – Varikko ja yhdysraide		13,5		13,5		13,5	
<b>KAIKKI PÄÄSTÖT YHTEENSÄ (sis. varikon)</b>		<b>76,9</b>	<b>6 747</b>	<b>78,7</b>	<b>6 561</b>	<b>79,8</b>	<b>6 435</b>

## 4.2. Epävarmuustekijät

Päästö- ja kustannuslaskentoihin pätevät samat epävarmuustekijät. Etenkin materiaalit ja niiden määrät vaikuttavat merkittävästi rakenneosan päästöarvoihin, joten päästölaskentaa tulee päivittää, kun hankkeen suunnitelmat tarkentuvat.

Foren hankeosasovelluksessa ei vielä ole arvioituna kaikkien hankeosien päästöt. Tästä johtuen osa päästöistä on jouduttu arvioimaan muilla tavoin. Osa päästöistä on saatu koottua rakennusosalaskentasovelluksen kautta, mutta osaan on käytetty muita päästölaskentamenetelmiä esim. One Click -päästölaskentasovellusta. Laskentaohjelmien välillä voi olla eroja. Lisäksi osa päästöarvioista on tehty asiantuntija-arvioina perustuen pääosin metri- tai neliöpäästöarvioon. Kaikki hankeosalaskennan ulkopuoliset päästöarviot ovat listattu tämän liitteen luvussa 2.1.

## 5. Laadunvarmistus

Kustannuslaskennalle on tehty sisäinen laadunvarmistus, joka toteutettiin kahdeksan komponentin avulla. Laadunvarmistuksesta vastasi projektin ulkopuolelta valittu kokenut WSP:n henkilö. Alla on kirjattu laadunvarmistuksen keskeiset tulokset. Lisäksi laadittiin projektin sisäiseen käyttöön erillinen muistio tarkastajan toimesta. Laadunvarmistuksen komponentit:

- 1) Laskentaperiaatteet on hyväksytetty tilaajalla
  - a. Käytettävät kertoimet, hanketehtäväprosentit ja ryhmittely hyväksyttiin ohjausryhmän kokouksessa ennen laskennan aloittamista.
  - b. Tarkemmat periaatteet on tarpeen mukaan käsitelty tilaajan kanssa kustannuslaskennan pienryhmässä.
- 2) Kustannuslaskennan rajaukset on hyväksytetty tilaajalla
  - a. Rajauksen periaatteet hyväksyttiin ohjausryhmän kokouksessa ennen laskennan aloittamista.
  - b. Laskennan rajaukset on dokumentoitu.
- 3) Kustannusarvio pohjautuu suunnittelijoiden antamiin lähtötietoihin
  - a. Kustannuslaskennasta vastaavat ja hankkeen eri osa-alojen suunnittelijat ovat käyneet aktiivista vuoropuhelua ja tietojen vaihtoa läpi koko kustannuslaskentaprosessin.
- 4) Kustannusarvio on dokumentoitu laadukkaasti
  - a. Kustannusarviosta laaditaan kattava liiteaineisto hankkeen raporttiin. Lisäksi projektin sisäiseen käyttöön on dokumentoitu tarkemmin laskentamenetelmiä ja periaatteita.

Kustannusarvioiden tekninen laadunvarmistus:

- 5) Laskelmat on tehty teknisesti oikein
  - a. Kustannuslaskenta on tehty Fore järjestelmässä. Laskelmiin tarvittavat määrät on laskettu hankkeen suunnitelmakuvista.
- 6) Kustannustieto on luotettavaa
  - a. Kustannuslaskenta pohjautuu pääosin Fore-kustannuslaskentaohjelman oletushintoihin, jota päivitetään säännöllisesti.
  - b. Kustannuslaskennan aikana on tunnistettu merkittävimmät riskitekijät hintojen muutokselle.
- 7) Kustannusarvion sisällön tarkistaminen pistokokein
  - a. Kustannuslaskennan loppupuolella tehtiin pistokokeita tarkastajan toimesta. Pistotarkastuksissa ei huomattu virheitä tai epäjohtomukaisia.
- 8) Kustannusarvio on vertaisarvioitu muiden raitiotiehankkeiden kanssa.
  - a. Kustannusarviota on laskennan laadinnan aikana vertailtu vastaaviin hankkeisiin ja Turun raitiotien edellisen yleissuunnitelman kustannusarvioihin. Mahdollisia eroavaisuuksia on analysoitu.



## 6. Kustannusten pienentäminen

Kustannuslaskennan laatimisen aikana kiinnitettiin huomiota sellaisiin kustannuseriin, joita voitaisiin pienentää esimerkiksi materiaalimuutoksilla. Tähän on listattu joitain yksittäisiä kustannuseriä, joissa huomattiin mahdollisuus kustannusten karsimiseen.

- Raitiotiepysäkkien taso on yleissuunnitelmassa korkeampi kuin muualla Suomessa. Pysäkkien pintamateriaalina luonnonkivi on kalliimpaa kuin betonikivi. Hintaaero tavanomaisessa 47 m levyisessä pysäkissä on arviolta 42 000 € per pysäkki. Pysäkkejä on 33, eli hintavaikutus on arviolta 1,32 M€
- Varissuon Pelttarinkadun pääte pysäkillä (VE1) on varauduttu lisäraiteeseen. Lisäraiteen hintavaikutus on n. 236 000 € (tässä on oletettu, että lisäraiteeseen liittyvä vaihde on lämmitetty, lämmittämättömällä vaihteella hintaaero 221 000 €)
- Vesihuollon suojaputkien materiaaliksi on laskettu teräs. Suojaputket voidaan myös toteuttaa esimerkiksi betoniputkilla. Teräksisten suojaputkien kokonaiskustannus päälinjauksella on 1,43 M€, betoniputkilla kustannusarvio on puolestaan 0,51 M€. Hintaaero kokonaiskustannuksissa materiaalien välillä on siis 0,92 M€