

2020

Tampereen kaupungin
hiilineutraalisuustavoitteen mukaisten
toimenpiteiden kustannusarviot -
Taustamuistio



Emmi Nieminen

Kestävän kehityksen yksikkö

Sisällysluettelo

Käsitteet.....	4
Johdanto.....	5
Taloudelliset tarkastelut	6
1. Kestävä kaupunkisuunnittelu	8
1.1. Ilmastovaikutusten arviointi	8
1.2. Kestävän liikkumisen edellytykset.....	8
1.3. Viheralueiden vahvistaminen	8
1.4. Viiden tähden keskusta.....	8
1.5. Hiilinegatiivinen Hiedanranta.....	8
2. Kestävä liikennejärjestelmä	9
2.1. Raitiotieliikenne.....	9
2.2. Lähijunaliikenne	10
2.3. Bussiliikenne.....	11
2.4. Joukkoliikenteen palvelutaso	15
2.5. Kävely ja pyöräliikenne	16
2.6. Tieliikenne	17
2.7. Kuljetus- ja työkalusto	24
2.8. Uudet liikkumispalvelut	25
2.9. Liikkumisen ohjaus.....	26
3. Kestävä rakentaminen.....	27
3.1. Uudisrakentaminen kaupungin kiinteistöissä.....	27
3.2. Yksityisen uudisrakentamisen ohjaus.....	27
3.3. Korjausrakentaminen kaupungin kiinteistöissä.....	28
3.4. Yksityisen korjausrakentamisen ohjaus.....	29
3.5. Puurakentaminen.....	31
3.6. Infrarakentaminen	32
3.7. Uusiomateriaalien käyttö.....	33
4. Kestävä energia	34
4.1. Keskitetty uusiutuva energia	34
4.2. Älykkäät energiaverkot ja palvelut.....	35
4.3. Hajautettu uusiutuva energia	38
4.4. Öljylämmityksestä luopuminen.....	40



5.	Kestävä kulutus.....	42
5.1.	Jätehuolto	42
5.2.	Kiertotalous.....	42
5.3.	Säästävä kulutus	43
5.4.	Ruokailu.....	43
5.5.	Hankinnat	43
5.6.	Ympäristötietoisuuden lisääminen.....	43
5.7.	Kestävä liiketoiminta ja tapahtumat.....	43
6.	Kestävä kaupunkiluonto	43
6.1.	Metsien hiilinielut	43
6.2.	Kaupunkivihreän hiilinielut.....	43
6.3.	Viher- ja hulevesirakentamisen CO2-päästöt	43
6.4.	Ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimenpiteet.....	43
6.5.	Päästöjen kompensointi.....	43
	Liitteet.....	44



Käsitteet

Käsite	Määritelmä
Diskonttaus ja diskonttokorko	Diskonttauksen avulla tulevat rahavirrat muutetaan nykyarvoon, jotta eri vuosien rahavirrat olisivat yhteismitallisia keskenään. Diskonttokoron avulla arvotetaan nykyhetkessä tapahtuvia rahavirtoja suhteessa myöhemmin tapahtuviin. Mitä suurempi diskonttokorko on ja mitä kauempana nykyhetkestä rahavirta tapahtuu, sitä alhaisempi sen nykyarvo on, eli sitä vähemmän tulevaisuudessa tapahtuvaa rahavirtaa arvotetaan. Laskelmissa on käytetty diskonttokorkona 4 %, jota voidaan pitää kohtuullisena yhteiskunnallisena diskonttokorkona julkisen sektorin hankkeissa.
EU-kehitys	Ajoneuvojen käyttövoimien osalta kustannusten kehitystä on tarkasteltu myös Euroopan unionin ns. puhtaiden ajoneuvojen direktiivin alaisuudessa. Tällöin nykykehityksen ja Kestävä Tampere 2030 -kehityksen väliin on muodostettu oma erillinen EU-kehitys, joka mukaillee direktiivin vaatimaa käyttövoimien kehitystä
Kestävä Tampere 2030 -kehitys	KT2030-kehitys eli hiilineutraaliustavoitteen mukainen kehitys. Tarkasteluissa KT2030-kehitystä on verrattu nykytilan mukaiseen kehitykseen eli nykykehitykseen. Kustannusvaikutus on KT2030- ja nykykehitysten mukaisten kehityspolkujen erotus.
Nettonykyarvo	Toimenpiteiden kannattavuuden havainnollistamiseksi niiden ohjelmakauden investointi- ja käyttötalouskustannukset (esim. energia, huolto- ja ylläpitokustannukset) summataan yhteen ja diskonttataan nykyhetkeen. Saatu arvo kuvaa toimenpiteen nettonykyarvoa. Laskennoissa nettonykyarvo on jyvitetty ohjelmakaudelle, eli vuoden 2030 ylittävistä investointikustannuksista vain osa on huomioitu laskennoissa. Jyvitys on oletettu niin, että esimerkiksi vuonna 2025 tapahtuvan investoinnin kustannus 25 vuoden pitoajalla on $(2030-2025)/25=20\%$. Tämä mahdollistaa elinkaaren paremman huomioimisen ja vertailun pitkäikäisten investointien osalta.
Nykykehitys	Nykytilan mukainen kehitys tai Business-as-usual -kehitys. Tarkasteluissa Kestävä Tampere 2030 -tavoitteen mukaista kehitystä on verrattu nykytilan mukaiseen kehitykseen, jotta ollaan saatu arvioitua lisäkustannusten tai kustannussäästöjen määrää. Lisäkustannus tai kustannussäästö on siis KT2030- ja nykykehitysten mukaisten kehitysurien erotus (tai käyttövoimien tapauksessa myös EU- ja nykykehitysten mukaisten kehitysurien erotus).
Ohjelmakausi	Ohjelmakausi on aikaväli 2021-2030.
Päästövähennyksen hinta	Päästövähennyksen hinta eli kustannusvaikuttavuus (cost effectiveness, CE) tarkoittaa yhden vähennetyn CO ₂ -ekvivalenttitonnin kustannusta eli se kuvaa toimenpiteen taloudellisuutta. Negatiivinen kustannusvaikuttavuus tarkoittaa, että toimenpiteestä koituu kustannussäästöjä. Eli mitä alhaisempi kustannusvaikuttavuus, sitä kannattavampaa toimenpide on toteuttaa, sillä sitä edullisemmaksi yhden hiilidioksidiekvivalenttitonnin vähentäminen tulee. Kustannusvaikutuvuuksia vertailemalla on mahdollista priorisoida toimenpiteitä.
Taloudellinen käyttöaika	Investoinnin taloudellinen elinkaari eli aika, jolloin investointia on taloudellisesti kannattavaa ylläpitää.
Tavoitevuosi	Tampereen kaupungin hiilineutraaliustavoitteen tavoitevuosi eli 2030.
tCO ₂ e	Hiilidioksidiekvivalenttitonni on suure, jonka avulla eri kasvihuonekaasujen päästöt yhteismitallistetaan. Tärkeimmät ihmisen toiminnan aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt ovat hiilidioksidi (CO ₂), metaani (CH ₄) ja dityppioksidi (N ₂ O).

Johdanto

Tämä on Tampereen kaupungin hiilineutraaliustavoitetta tukevan Kestävä Tampere 2030 -ohjelman ja siinä kehitetyn Kestävä Tampere 2030 -tiekartan toimenpiteiden kustannusarvioiden taustamuistio. Tähän taustamuistioon on pyritty kokoamaan mahdollisimman paljon tietoa toimien arvioiduista kustannuksista, mutta arviot eivät kata kaikkia kustannuksia tai kustannussäästöjä eikä niitä voida ajatella suoraan hiilineutraaliustavoitteen ”hintalappuna”.

Kustannustarkasteluiden keskiössä ovat toimenpiteiden kaupungin talouteen vaikuttavat suorat investointi- tai käyttötalouskustannukset sekä mahdollisuuksien mukaan myös kustannussäästöt. On kuitenkin huomioitava, ettei toimenpiteiden osalta jää usein arvioimatta niiden kokonaistaloudellisuus, minkä vuoksi niiden kannattavuutta ei pysty täysin arvioimaan. Esimerkiksi kävelyn ja pyöräilyn edistäminen vaatii resursseja, mutta panostus voi tulla moninkertaisesti takaisin esimerkiksi vähentyneinä terveydenhuollon kuluina. Tiekartassa olevia toimenpiteitä tehdään usein suurelta osin myös muista kuin ilmastosyistä, ja yhtiöiden osalta toimia tehdään vain, jos ne ovat liiketaloudellisesti kannattavia. Tiekartassa ja tässä taustamuistiossa ei oteta kantaa toimien rahoittamiseen, mutta on kuitenkin tärkeä huomata, että esimerkiksi valtiontuet voivat olla joidenkin toimenpiteiden osalta merkittäviä. Joidenkin toimenpiteiden osalta on esitetty lisäksi arvio niiden päästövähennyksestä, minkä avulla on pystytty arvioimaan toimenpiteen päästövähennyksen hinta eli kustannusvaikuttavuus.

Hiilineutraaliustavoitetta tukeva toimenpiteiden kokonaisuus käsittää kuusi teemaa ja 37 toimenpidekokonaisuutta (Kuva 1). Toimenpidekokonaisuuksien alla on yhteensä 236 toimenpidettä. Kustannustarkastelussa ei ole otettu huomioon kaikkia toimenpiteitä, vaan on keskitytty oleellisiin kustannuseriin sekä niihin, joista tietoa on saatavilla. Lisäksi toimenpiteitä on yhdistelty tarkastelun osalta mielekkäiksi kokonaisuuksiksi.

1. Kestävä kaupunkisuunnittelu		2. Kestävä liikennejärjestelmä		3. Kestävä rakentaminen		4. Kestävä energia		5. Kestävä kulutus		6. Kestävä kaupunkiluonto	
Hyötytavoite 2030: Kaupunki kasvaa ensisijaisesti joukkoliikennevyöhykkeille ja aluekeskuksiin.		Hyötytavoite 2030: Kestävien liikennemuotojen kulkutapaosuus on 69%.		Hyötytavoite 2030: Uudisrakentaminen on nollaaenergiaa ja asuminen hillaajalajiksi on pieni.		Hyötytavoite 2030: Uusiutuvan energian osuus on 80%.		Hyötytavoite 2030: Kulutus on kestävä ja kiertotalous toimii.		Hyötytavoite 2030: Kaupunkiluonto ja -rakenteet sitovat hiihtä ja ilmastomuutokseen on varauduttu.	
1.1. Ilmastovaluusten arviointi	2.1. Raitiolinike	2.6. Tietolinike	3.1. Uudisrakentaminen kaupungin kiinteistöissä		4.1. Keskitetty uusiutuva energia		5.1. Jätehuolto		6.1. Metsien hiilinehut		
1.2. Kestävän liikunnan edellytykset	2.2. Lähjunailinike	2.7. Kuitutus ja työkonelalusto	3.2. Yksityisen uudisrakentamisen ohjaus		4.2. Älykkäät energiatverkot ja -palvelut		5.2. Kiertotalous		6.2. Kaupunkivihreän hiilinehut		
1.3. Vihertaluiden vahvistaminen	2.3. Bussilininike	2.8. Uudet liikunninipalvelut	3.3. Korjausrakentaminen kaupungin kiinteistöissä		4.3. Hajautettu uusiutuva energia		5.3. Säilästä kulutus		6.3. Vihertalulevesirakentamisen CO2 päästöt		
1.4. Viiden tähden keskusta	2.4. Joukkoliikenteen palvelutaso	2.9. Liikunnan ohjaus	3.4. Korjausrakentaminen yksityisissä kiinteistöissä		4.4. Öljylämmityksestä luopuminen		5.4. Ruokailu		6.4. Ilmastomuutokseen sopeutumisen toimenpiteet		
1.5. Hiilinegatiivinen Hiedanranta	2.5. Kävely ja pyöräilininike		3.5. Puurakentaminen				5.5. Hankinnat		6.5. Päästöjen kompensointi		
			3.6. Infra rakentaminen				5.6. Ympäristötietoisuuden lisääminen				
			3.7. Uusiomateriaalien käyttö				5.7. Kestävä liiketoiminta ja tapahtumat				

Kuva 1. Kestävä Tampere 2030 -tiekartan kuusi teemaa ja niihin kuuluvat toimenpidekokonaisuudet.

Tässä taustamuistiossa esitellään yleisellä tasolla laskennoissa käytettyä menetelmää, minkä jälkeen käydään läpi tarkemmat laskelmat lähtötietoineen ja oletuksineen. Laskelmat etenevät teemoittain tiekartan mukaisessa järjestyksessä.

Taloudelliset tarkastelut

Toimenpiteille on esitetty kaupunkikonsernin suorat ohjelmakauden kustannukset eli **budjettivaikutus** verrattuna nykykehitykseen. Pääasiassa on siis tarkasteltu niitä lisäkustannuksia, joita hiilineutraaliustavoitteen saavuttamiseksi tulee tehdä. Kustannusarviot perustuvat joko eri kaupunkiorganisaation yksiköiltä, liikelaitoksilta tai yhtiöiltä saatuihin tietoihin ja arvioihin tai tarkempiin kestävän kehityksen yksikön tuottamiin laskelmiin. Laskelmissa on huomioitu mahdollisuuksien mukaan kokonaiskustannukset eli sekä toimenpiteen investoinnit että sen käyttötalousvaikutukset. Tämä mahdollistaa kustannussäästöjen huomioimisen tarkasteluissa. Usean toimenpiteen osalta on kuitenkin ollut mahdoton tarkastella kokonaistaloudellisuutta, jolloin on keskitytty arvioimaan ainoastaan toimenpiteen suorat lisäkustannukset. Jokaisen toimenpiteen tai toimenpidetokokonaisuuden osalta on avattu käytetyt oletukset ja arvioinnin taho.

Kustannukset on esitetty myös ohjelmakauden nettonykyarvona (*net present value, NPV*), joka kuvaa paremmin toimenpiteen **kannattavuutta**. Nettonykyarvossa kustannukset on diskontattu nykyhetkeen. Diskonttauksen avulla tulevat rahavirrat muutetaan nykyarvoon, jotta eri vuosien rahavirrat olisivat yhteismitallisia keskenään. Tarkasteluissa diskonttokorkona on käytetty 4 %, jota voidaan pitää kohtuullisena arvona julkisen sektorin hankkeissa. Laskennoissa nettonykyarvo on lisäksi jyvitetty ohjelmakaudelle, eli vuoden 2030 ylittävistä investointikustannuksista vain osa on huomioitu laskennoissa. Jyvitys on oletettu niin, että esimerkiksi vuonna 2025 tapahtuvan investoinnin kustannus 25 vuoden taloudellisella käyttöajalla on $(2030-2025)/25=20$ %. Tämä mahdollistaa investoinnin elinkaaren paremman huomioimisen ja vertailun pitkäikäisten investointien osalta. Laskentatapa on yhteneväinen esimerkiksi Suomen kustannustehokkaan päästövähennyspolkua koskevan selvityksen kanssa (Granskog ym. 2018¹).

Osalle toimenpiteistä on laskettu lisäksi **päästövähennys**. Niille toimenpiteille, joilla päästövähennys on laskettu, on arvioutu myös päästövähennyksen hinta. Tämä vähennetyn CO₂-tonnin hinta (€/tCO₂e) eli kustannusvaikuttavuus (*cost effectiveness, CE*) kuvaa toimenpiteen **taloudellisuutta**. Kustannusvaikuttavuudet perustuvat toimenpiteen nettonykyarvoon. Kustannusvaikuttavuus on laskettu yhtälön (1) avulla soveltaen Iso-Britannian yleistä päästövähennysten kustannusvaikuttavuuden menetelmäkehikkoa (BEIS 2019²) sekä Suomen kansallisten päästövähennystoimien kustannustehokkuustarkastelua (Granskog ym. 2018²) seuraavasti:

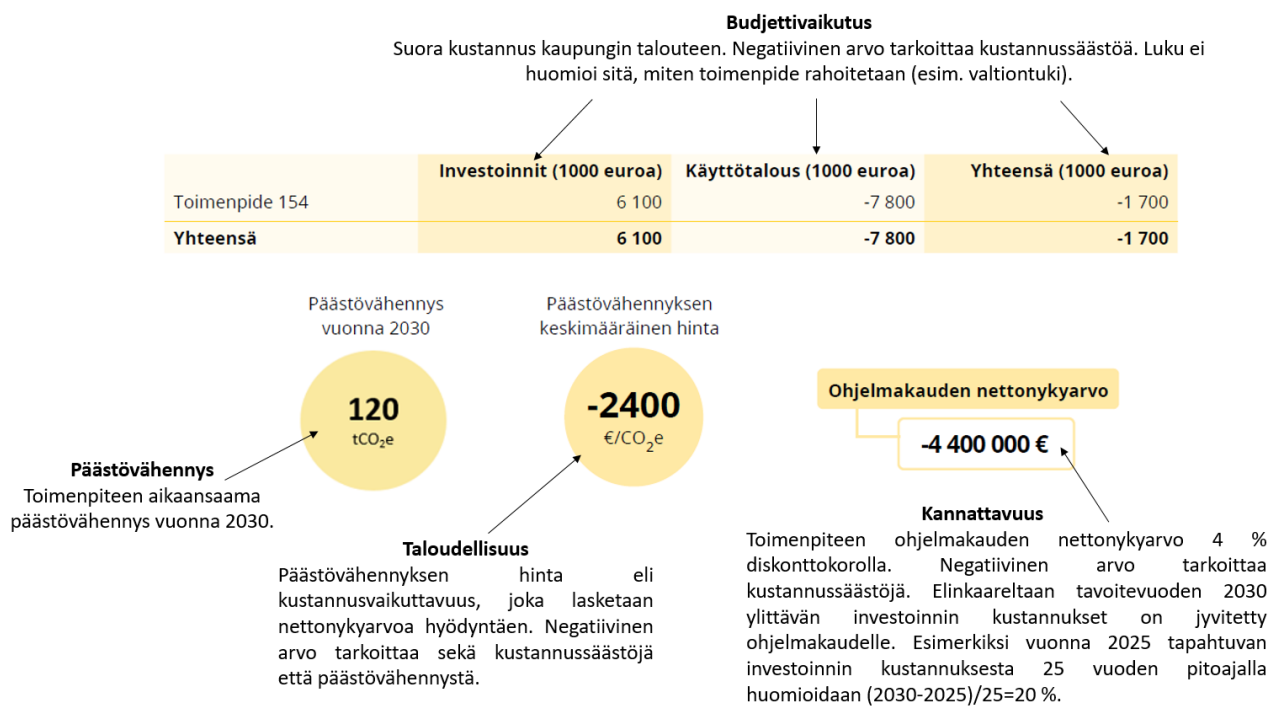
$$CE = \frac{NPV}{\sum_{t=2021}^{2030} C_t} \quad (1)$$

jossa C on päästövähennys vuonna t . Täten kustannusvaikuttavuus on siis toimenpiteen jyvitetty nettonykyarvo jaettuna kumulatiivisilla päästösäästöillä laskentajakson yli.

Tuloksissa on huomioitava, että negatiivinen kustannus tarkoittaa aina kustannussäästöä eli hyötyä. Myös negatiivinen kustannusvaikuttavuus tarkoittaa, että vähennetystä tCO₂e-yksiköstä koituu kustannussäästöä eli toimenpide on taloudellisesti kannattava. Lisäksi on huomioitava, että perinteisestä talousarviosta poiketen, tässä selvityksessä esitetyt luvut esitetään ikään kuin käänteisesti: positiiviset arvot tarkoittavat aina kustannusta ja negatiiviset arvot kustannussäästöjä tai tuloja. Kuva 2 kokoaa keskeiset taloudellisten tarkasteluiden tunnusluvut ja niiden määritelmät.

¹ Granskog, A., Gulli, C., Melgin, T., Naucner, T., Speelman, E., Toivola, L., & Walter, D. (2018). Cost-efficient emission reduction pathway to 2030 for Finland: Opportunities in electrification and beyond. URL: <https://media.sitra.fi/2018/11/16140334/cost-efficient-emissionreduction-pathway-to-2030-for-finland1.pdf>.

² BEIS (Department for Business, Energy & Industrial Strategy). (2019). Valuation of Energy Use and Greenhouse Gas - Supplementary Guidance to the HM Treasury Green Book on Appraisal and Evaluation in Central Government.



Kuva 2. Taloudellisten tarkasteluiden keskeiset tunnusluvut ja niiden määritelmät.

1. Kestävä kaupunkisuunnittelu

1.1. Ilmastovaikutusten arviointi

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

1.2. Kestävän liikkumisen edellytykset

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

1.3. Viheralueiden vahvistaminen

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

1.4. Viiden tähden keskusta

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

1.5. Hiilinegatiivinen Hiedanranta

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

2. Kestävä liikennejärjestelmä

2.1. Raitiotieliikenne

Raitiotieliikenteen kustannusarviossa on huomioitu raitiotien ensimmäisen osan loppuun rakentaminen sisältäen Hatanpään valtatie haaran rakentamisen (tp 33), raitiotien ensimmäisen osan liikennöintikulut (tp 34), raitiotien toisen osan rakentaminen (tp 35) sekä vähäiset arvioidut lisäkustannukset vihreän sähkön käyttämisestä (tp 40). Raitiotien laajennusosista ei ole vielä kustannusarvioita. Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarviot perustuvat Tampereen kaupungin raitiotien kehitysohjelman, joukkoliikenneyksikön ja Raitiotie Oy:n tietoihin. Investointien osalta taloudelliseksi käyttöajaksi on oletettu 40 vuotta.

Huomioitujen toimenpiteiden investoinnit ovat ohjelmakaudella 88,6 milj. euroa ja käyttötalouden menojen lisäys 39,0 milj. euroa (Kuva 3). Liikennöintikuluissa on huomioitu vain kulut ilman lipputuloja. Yhteensä kustannukset ovat ohjelmakaudella 127,6 milj. euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan, on toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo 50,0 milj. euroa. Raitiotien suunnittelulle ja rakentamiselle saadaan merkittävää valtion tukea maankäytön, asumisen ja liikenteen MAL4-sopimuksen mukaisesti. Tukea ei ole huomioitu esitettyssä kustannusarviossa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 33	9 600	0	9 600
Toimenpide 34	0	38 900	38 900
Toimenpide 35	79 000	0	79 000
Toimenpide 40	0	70	70
Yhteensä	88 600	38 970	127 570

Ohjelmakauden
nettonykyarvo

50 000 000 €

Kuva 3. Raitiotieliikenteen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

2.2. Lähijunaliikenne

Lähijunaliikenteen kustannusarviossa on huomioitu Hankkion ja Messukylän lähijunaseisakkeiden rakentaminen (tp 44), lähijunaliikenteen lisääminen Hankkion suuntaan (tp 44), lähijunaliikenteen seudullisen yleissuunnitelman kustannukset (tp 45) sekä bussi- ja junaliikenteen yhteisten lipputuotteiden kehittäminen (tp 46). Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarviot perustuvat Tampereen kaupungin joukkoliikenneyksikön laskelmiin ja asiantuntija-arvioihin, ja ovat suuntaa-antavia. Hankkion suunnan lähijunaliikenteen lisäämisen kustannukset riippuvat järjestämisestä ja lähijunaliikenteen seudullisen yleissuunnitelman osalta on huomioitu ainoastaan vuoden 2021 kustannukset. Investointien osalta taloudelliseksi käyttöajaksi on oletettu 30 vuotta.

Huomioitujen toimenpiteiden investoinnit ovat ohjelmakaudella 5,0 milj. euroa ja käyttötalouden menojen lisäys 1,7 milj. euroa (Kuva 4). Yhteensä kustannukset ovat ohjelmakaudella 6,7 milj. euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan, on toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo 1,8 milj. euroa. Lähijunaseisakkeille saadaan merkittävää valtion tukea maankäytön, asumisen ja liikenteen MAL4-sopimuksen mukaisesti. Tukea ei ole huomioitu esitetystä kustannusarviossa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 44 (lähijunaseisakkeet)	5 000	0	5 000
Toimenpide 44 (liikennöinti)	0	1 200	1 200
Toimenpide 45	0	50	50
Toimenpide 46	0	400	400
Yhteensä	5 000	1 650	6 650

Ohjelmakauden
nettonykyarvo

1 800 000 €

Kuva 4. Lähijunaliikenteen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

2.3. Bussiliikenne

Bussiliikenteen kustannusarviossa on huomioitu TKL:n tuotantosopimuksen muuttaminen ilmastotavoitteen tukemiseksi (tp 48) sekä uuden varikon rakentaminen (tp 50). Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarviot perustuvat Tampereen kaupungin joukkoliikenneyksikön arvioihin sekä kaupungin investointisuunnitelman tietoihin.

Huomioitujen toimenpiteiden investoinnit ovat ohjelmakaudella 14,0 milj. euroa ja käyttötalouden menojen lisäys 1,0 milj. euroa (Kuva 5). Yhteensä kustannukset ovat ohjelmakaudella 15,0 milj. euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan, on toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo 4,0 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 48	0	1 000	1 000
Toimenpide 50	14 000	0	14 000
Yhteensä	14 000	1 000	15 000

Ohjelmakauden nettonykyarvo

4 000 000 €

Kuva 5. Bussiliikenteen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

Bussiliikenteen käyttövoimamuutoksen (tp 49) laskentaan liittyvät tulokset ja oletukset esitetään seuraavaksi erikseen.

Toimenpide 49: Bussiliikenteen käyttövoimamuutos

Kaupungin bussien käyttövoimamuutoksen osalta tilannetta tarkastellaan nykykehityksen ja Kestävä Tampere 2030 -kehityksen lisäksi EU-direktiivin ja siitä seuraavan kansallisen lainsäädännön mukaisen kehityksen mukaisesti. Kustannustarkastelu on laadittu Tampereen kaupungin joukkoliikenteen ja kestävä kehityksen yksiköissä. Tuloksia tulkittaessa on huomioitava, että kustannukset pitävät sisällään sekä TKL:n omalla kalustolla että yksityisiltä liikennöitsijöiltä ostettavan palvelun. Tarkastelussa on mukana koko Nyssen liikennöinti sen sijaan, että tarkasteltaisiin vain Tampereen alueella tapahtuva bussiliikennettä. Investointeja ja käyttötalousmenoja ei eritellä tarkastelussa, vaan kustannukset esitetään kokonaisuutena.

Tarkasteltavat kehitysurat ovat seuraavat:

Kehitysura	Määritelmä
Nykykehitys	Bussiliikenteen oletetaan pysyvän nykyisellään eli vaihtoehtoisia käyttövoimia ei lisätä omassa kalustossa eikä muilta liikennöitsijöiltä ostettavissa linja-autopalveluissa.
EU-kehitys	Kaupungin oletetaan muuttavan omaa kalustoaan ja muilta liikennöitsijöiltä ostettavia linja-autopalveluita puhtaampiin käyttövoimiin EU:n puhtaiden ajoneuvojen direktiivin vaatimusten mukaisesti. Tämä tarkoittaisi sitä, että vuosina 2022-2026 käynnistyvästä liikenteestä 20,5 % on liikennöitävä sähköllä ja lisäksi 20,5 % sähköllä tai muilla vaihtoehtoisilla polttoaineilla. Vuosina 2027-2030 käynnistyvästä liikenteestä sen sijaan 29,5 % on liikennöitävä sähköllä ja lisäksi 29,5 % sähköllä tai muilla vaihtoehtoisilla polttoaineilla. Tässä laskelmassa muuna vaihtoehtoisena polttoaineena on käytetty uusiutuvaa dieseliä.
KT2030-kehitys	Vuonna 2030 ajettavasta linja-autoliikenteestä 50 % kulkee sähköllä, 40 % uusiutuvalla dieselillä ja 10 % biokaasulla.

Tarkasteluissa on käytetty seuraavia oletuksia:

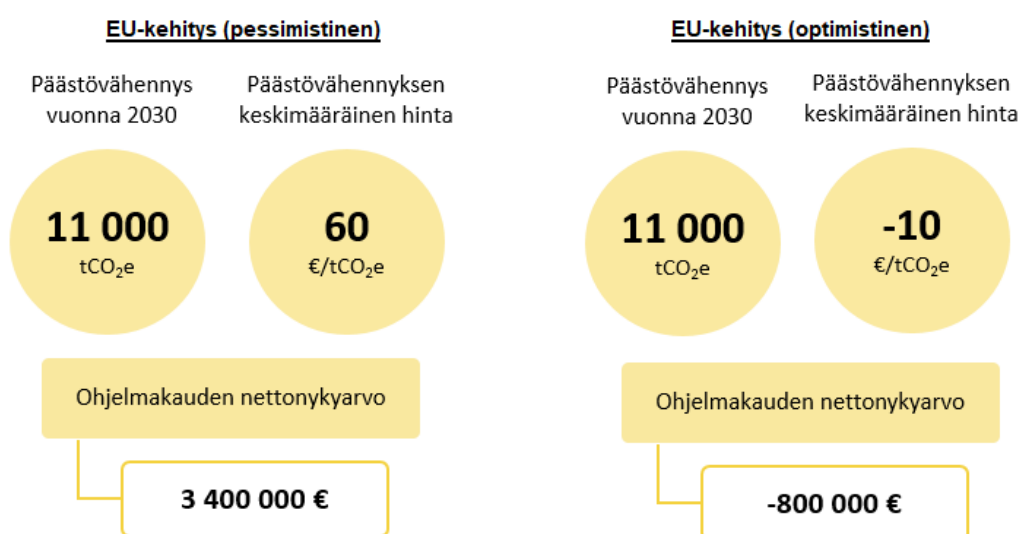
	Oletus
Keskikulutus	Diesikäyttöiselle bussille 42 l/100 km, uusiutuvalla dieselille 45 l/100 km, sähkölle 100 kWh/100 km ja biokaasulle 35 kg/100 km.
Hankintahinta	Dieselbussi 250 000 €, sähköbussi 420 000 € ja kaasubussi 280 000 €.
Hankintahinnan muutos	Sähköbussin hankintahinta laskee sekä pessimistisessä että optimistisessä tarkastelussa lineaarisesti niin, että vuonna 2030 hinta on 350 000 €.
Polttoaineen/energian hinta	Diesel 1,40 €/l, uusiutuva diesel 1,50 €/l, sähkö 0,09 €/kWh ja biokaasu 1,50 €/kg.
Päästökerroin	Diesel 2,689 kg CO ₂ /l, uusiutuva diesel 0 kg CO ₂ /l, sähkö 0,092 kg CO ₂ /kWh ja biokaasulle 0 kg CO ₂ /kg (käytönaikainen suora päästökerroin).
Päästökertoimen muutos	Sähkön päästökerroin laskee lineaarisesti niin, että se on vuonna 2030 noin 0,031 kg CO ₂ /kWh.
Sähkölatausaseman kustannus	Vuosittainen kustannus kymmenen vuoden taloudellisella käyttöajalla 30 000 €.

Lisäksi tilannetta tarkastellaan optimististen ja pessimististen oletusten vallitessa, koska tilanteen kehitykseen liittyy vielä runsaasti epävarmuuksia. Tarkasteluiden oletukset ovat seuraavat:

	<u>Määritelmä</u>
Pessimistinen	Sähköbussien lataus aiheuttaa pääteseisonnan hidastumista ja täten lisää auton tarpeen kullekin ajettavalle linjalle. Lisäksi sähköbussikaluston hinnan oletettaisiin pysyvän nykytasolla.
Optimistinen	Sähkölatauksen aiheuttama lisää auton vaatimus poistuu.

Tarkastelun tulokset EU-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

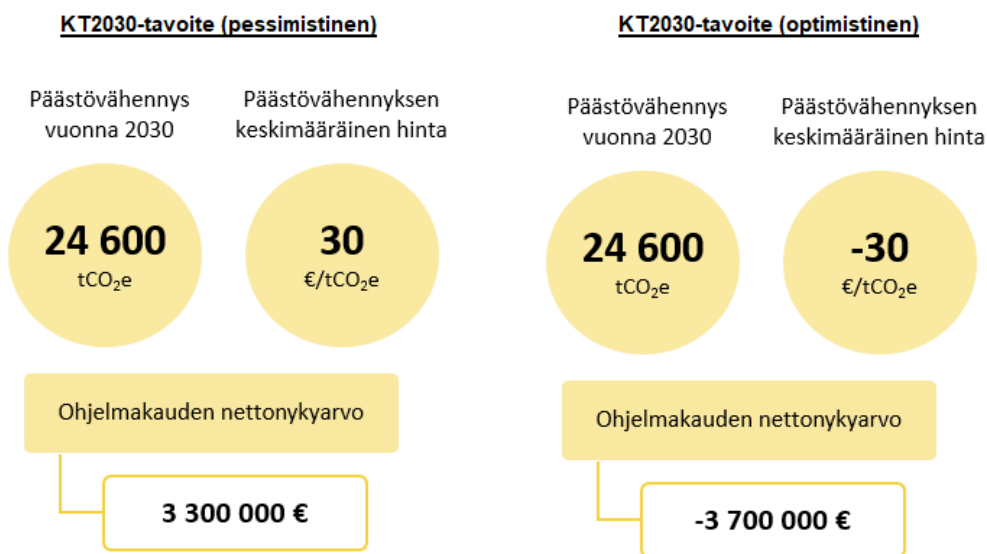
<u>EU-kehitys</u>	<u>Tulos</u>
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Pessimistinen tarkastelu: Ohjelmakauden nettonykyarvo on 3,4 milj. euroa eli käyttövoimamuutoksesta koituisi tämän verran lisäkustannuksia verrattuna nykykehitykseen. Optimistinen tarkastelu: Ohjelmakauden nettonykyarvo on -0,8 milj. euroa eli käyttövoimamuutoksesta koituisi kustannussäästöä 0,8 milj. euroa verrattuna nykykehitykseen. Täten toimenpide on taloudellisesti kannattava. Johtopäätös: EU-direktiivin vaatimusten mukainen siirtyminen puhtaampiin käyttövoimiin saattaisi tuottaa kaupungille jopa kustannussäästöä alhaisten käyttökustannusten myötä, mikäli lisää autoa ei tarvita ja sähköbussit halpenisivat hillitysti. Mikäli lisää auton vaatimuksesta ei päästäisi eroon, tuottaisi direktiivin vaatimusten täyttäminen kaupungille lisäkustannuksia. Sähköbusseille on mahdollista saada valtion tukea maankäytön, asumisen ja liikenteen MAL4-sopimuksen mukaisesti.
Päästövähennys vuonna 2030	11 000 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	Pessimistinen tarkastelu: 60 €/tCO₂e Optimistinen tarkastelu: -10 €/tCO₂e



Kuva 6. EU-kehityksen mukaisen bussien käyttövoimamuutoksen päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräiset päästövähennysten hinnat (€/tCO₂e) optimistisessa ja pessimistisessä tarkastelussa verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty ohjelmakauden diskontatut nettonykyarvot.

Tarkastelun tulokset KT2030-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

KT2030-kehitys	Tulos
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Pessimistinen tarkastelu: Ohjelmakauden nettonykyarvo on 3,3 milj. euroa eli käyttövoimamuutoksesta koituisi tämän verran lisäkustannuksia verrattuna nykykehitykseen. Optimistinen tarkastelu: Ohjelmakauden nettonykyarvo on -3,7 milj. euroa eli käyttövoimamuutoksesta koituisi kustannussäästöä 3,7 milj. euroa verrattuna nykykehitykseen. Täten toimenpide on taloudellisesti kannattava. Johtopäätös: KT2030-kehityksen mukainen siirtyminen puhtaampiin käyttövoimiin saattaisi tuottaa kaupungille kustannussäästöä alhaisten käyttökustannusten myötä, mikäli lisääntymistä ei tarvita ja sähköbussit halpenisivat hillitysti. Mikäli lisääntymistä vaadittaisiin ei päästäisi eroon, tuottaisi KT2030-kehitys kaupungille lisäkustannuksia. Sähköbusseille on mahdollista saada valtion tukea maankäytön, asumisen ja liikenteen MAL4-sopimuksen mukaisesti.
Päästövähennys vuonna 2030	24 600 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	Pessimistinen tarkastelu: 30 €/tCO₂e Optimistinen tarkastelu: -30 €/tCO₂e



Kuva 7. KT2030-kehityksen mukaisen bussien käyttövoimamuutoksen päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräiset päästövähennysten hinnat (€/tCO₂e) optimistisessä ja pessimistisessä tarkastelussa verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty ohjelmakauden diskontatut nettonykyarvot.

2.4. Joukkoliikenteen palvelutaso

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu laaja-alaisesti toimia joukkoliikenteen palvelutason ja lippujärjestelmän kehittämisestä. Kustannusarvioissa on huomioitu bussien runkolinjaston riittävän vuoromäärän varmistaminen (tp 52), matka-aikojen nopeuttaminen runkolinjastolla (tp 53), runkolinjaston laajentaminen (tp 54), kutsujoukkoliikenteen kehittäminen (tp 55), joukkoliikenteen asiakaskokemuksen parantaminen (tp 56), tariffipolitiikan kehittäminen (tp 57), maksujärjestelmän kehittäminen (tp 58) sekä älykkäiden info-, maksu- ja käyttösovellusten kehittäminen (tp 59). Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarviot perustuvat Tampereen kaupungin joukkoliikenneyksikön laskelmiin ja asiantuntija-arvioihin, ja ne kuvaavat lisäkustannusten tarvetta joukkoliikennepalvelun kehittämisessä.

Huomioitujen toimenpiteiden käyttötalouden menojen lisäys on ohjelmakaudella yhteensä 26,4 milj. euroa (Kuva 8). Toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo on 22,2 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 52	0	5 000	5 000
Toimenpide 53	0	7 500	7 500
Toimenpide 54	0	1 000	1 000
Toimenpiteet 55 ja 56	0	3 000	3 000
Toimenpide 57	0	8 700	8 700
Toimenpiteet 58 ja 59	0	1 200	1 200
Yhteensä	0	26 400	26 400

Ohjelmakauden
nettonykyarvo

22 200 000 €

Kuva 8. Joukkoliikenteen palvelutason käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

2.5. Kävely ja pyöräliikenne

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu kävelyn ja pyöräliikenteen olosuhteiden, talvihoidon laatutason ja pyöräpysäköinnin parantamista. Kustannusarviossa on huomioitu ydinkeskustan ja aluekeskusten kehittäminen (tp 61), pyöräilyn seudullisten pääreittien kehittäminen (tp 62), puuttuvien alikulkujen ja yhteyksien kehittäminen (tp 63), pyöräpysäköintilaitosten rakentaminen (tp 64), julkisten pyöräpysäköintipaikkojen lisääminen (tp 65), talvihoidon laatutason parantaminen pyöräilyn pääreiteillä (tp 66) sekä pyöräpysäköinnin lisääminen kaupungin palvelukiinteistöissä (tp 68). Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarviot perustuvat Tampereen kaupungin liikennejärjestelmän suunnitteluyksikön laskelmiin sekä asiantuntija-arvioihin.

Kustannukset kuvaavat talousarvion ulkopuolista lisärahoituksen tarvetta. Uusille alueille rakennettavan kävely- ja pyöräilyverkoston kustannuksia ei ole huomioitu, sillä laajennusalueiden toteuttamista voidaan pitää ilmastonäkökulmasta ristiriitaisena. Investointien osalta taloudelliseksi käyttöajaksi on oletettu 20 vuotta.

Huomioitujen toimenpiteiden investoinnit ovat ohjelmakaudella 60,4 milj. euroa ja käyttötalouden menojen lisäys 1,0 milj. euroa (Kuva 9). Yhteensä kustannukset ovat ohjelmakaudella 61,4 milj. euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan, on toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo 14,2 milj. euroa. Kävelyn ja pyöräilyn edistämiseksi on mahdollista saada valtion tukea maankäytön, asumisen ja liikenteen MAL4-sopimuksen mukaisesti. Tukea ei ole huomioitu esitetystä kustannusarviossa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 61	9 000	0	9 000
Toimenpide 62	25 500	0	25 500
Toimenpide 63	18 000	0	18 000
Toimenpide 64	4 500	0	4 500
Toimenpide 65	1 000	0	1 000
Toimenpide 66	0	1 000	1 000
Toimenpide 68	2 400	0	2 400
Yhteensä	60 400	1 000	61 400

Ohjelmakauden
nettonykyarvo

14 200 000 €

Kuva 9. Kävelyn ja pyöräilyn investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

2.6. Tieliikenne

Tieliikenteen osalta kustannusarvioon sisältyvät selvitykset sähköautojen latausverkostosta (tp 69), keskusta-alueen vähäpäästöisestä vyöhykkeestä (tp 70), tiemaksujen vaikutuksesta (tp 72) ja kaupunkilogistiikasta (tp 76), sähköautojen latauspisteiden lisääminen kaupungin kiinteistöissä (tp 71) sekä pysäköintitariffien päivittäminen (tp 73). Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarviot perustuvat Tampereen kaupungin liikennejärjestelmän suunnitteluyksikön, Kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka -palveluryhmän ja Tampereen Tilapalvelut Oy:n arvioihin.

Huomioitujen toimenpiteiden investoinnit ovat ohjelmakaudella 0,75 milj. euroa ja käyttötalouden kustannussäästöt 0,84 milj. euroa (Kuva 10). Yhteensä kustannussäästö on ohjelmakaudella noin 0,1 milj. euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan, on toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo -0,4 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpiteet 69, 70, 72, 76	0	160	160
Toimenpide 71	750	0	750
Toimenpide 73	0	-1 000	-1 000
Yhteensä	750	-840	-90

Ohjelmakauden nettonykyarvo

-400 000 €

Kuva 10. Tieliikenteen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

Toimenpidekokonaisuuden kustannusarviot kaupungin henkilö- (tp 79) ja pakettiautojen (tp 80) käyttövoimamuutoksesta esitetään seuraavaksi erikseen.

Toimenpide 79: Kaupungin henkilöautojen vaihtaminen vähäpäästöisiin käyttövoimiin

Kaupungin henkilöautojen käyttövoimamuutoksen osalta tilannetta tarkastellaan nykykehityksen ja Kestävä Tampere 2030 -kehityksen lisäksi EU-direktiivin ja siitä seuraavan kansallisen lainsäädännön mukaisen kehityksen mukaisesti. Laskelmissa henkilöautoja on käsitelty investointeina, vaikka osa ajoneuvoista hankitaan leasing-sopimuksella. Laskelma antaa kuitenkin riittävän tarkan kuvan, sillä tarkastelun keskiössä on nimenomaan kustannusero eri toimintatapojen välillä, ja se realisoituu samansuuntaisesti sekä leasing-hankinnoissa että itselle hankittavissa investoinneissa. Sähkölatauspisteiden investointien kustannukset eivät sisälly laskelmiin. Kustannustarkastelu on laadittu Tampereen kaupungin kestävän kehityksen yksikössä.

Tarkasteltavat kehitysurat ovat seuraavat:

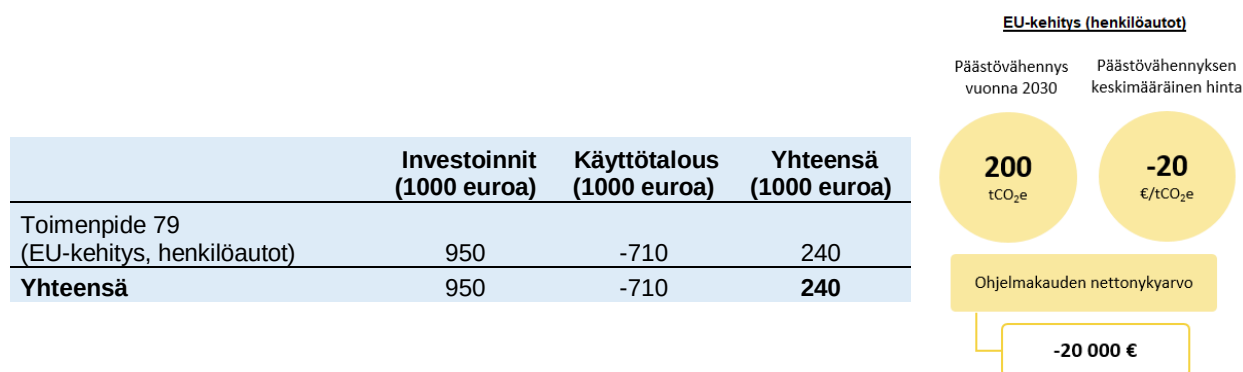
Kehitysura	Määritelmä
Nykykehitys	Kaupungin henkilöautojen oletetaan pysyvän nykyisellään eli vaihtoehtoisia käyttövoimia ei lisätä.
EU-kehitys	Kaupungin oletetaan muuttavan henkilöautojaan puhtaampiin käyttövoimiin EU:n puhtaiden ajoneuvojen direktiivin vaatimusten mukaisesti. Tämä tarkoittaisi sitä, että vuodesta 2021 lähtien uusista hankittavista ajoneuvoista 38,5 % tulee olla ns. "puhtaita" käyttövoimia, mikä henkilöautoja koskevien tarkempien määräysten mukaisesti tarkoittaa käytännössä ainoastaan täyssähköautoja. Tällaisella kehityksellä kaupungin henkilöautoista olisi vuonna 2030 täyssähköautoja noin 48 %.
KT2030-kehitys	Eri käyttövoimia käyttävien henkilöautojen määrä kehittyy ohjelmakaudella siten, että vuonna 2025 henkilöautoista 30 % on sähkökäyttöisiä ja 10 % kaasukäyttöisiä. Vuonna 2030 kaikista henkilöautoista 70 % kulkee sähköllä ja loput 30 % biokaasulla. On huomioitava, ettei biokaasu täytä direktiivin vaatimuksia, mutta sen käyttö edistää silti kaupungin omaa tavoitetta hiilineutraaliudesta.

Tarkasteluissa on käytetty seuraavia oletuksia:

	Oletus
Henkilöautojen määrä	Kaupungin hallinnassa olevien henkilöautojen määrän oletetaan pysyvän ohjelmakaudella vakiona ollen 211 kpl, ja niiden oletetaan olevan nykytilassa kokonaisuudessaan bensiinikäyttöisiä.
Ajokilometrit	13 000 km/v
Taloudellinen käyttöaika	8 vuotta
Keskikulutus	Bensiinikäyttöinen henkilöauto 6,7 l/100 km, sähköauto 15,9 kWh/100 km ja biokaasuauto 5,2 kg/100 km.
Hankintahinta	Bensiinikäyttöinen henkilöauto 19 000 €, sähköauto 31 000 € ja kaasuauto 21 000 €.
Hankintahinnan muutos	Sähköauton hankintahinta -2 %/v ollen vuonna 2030 noin 25 000 €.
Polttoaineen/energian hinta	Bensiini 1,5 €/l, sähkö 0,09 €/kWh ja biokaasu 1,5 €/kg.
Polttoaineen/energian hinnan muutos	Bensiinin hinta +2 %/v ollen vuonna 2030 noin 1,8 €/l. Sähkön hinta +1 %/v ollen vuonna 2030 noin 0,1 €/kWh.
Päästökertoimet	Bensiini 2,348 kg CO ₂ /l, sähkö 0,092 kg CO ₂ /kWh ja biokaasu 0 kg CO ₂ /kg (käytönaikainen suora päästökerroin).
Päästökertoimen muutos	Sähkön päästökerroin laskee lineaarisesti niin, että se on vuonna 2030 noin 0,031 kg CO ₂ /kWh.

Tarkastelun tulokset EU-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

<u>EU-kehitys</u>	<u>Tulos</u>
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden lisäkustannus käyttövoimamuutoksesta on 240 000 euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan ja niistä jyvitetään vain osa ohjelmakaudelle, toimenpiteen nettonykyarvo on -20 000 euroa. Täten toimenpide on taloudellisesti kannattava.
Päästövähennys vuonna 2030	200 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	-20 €/tCO ₂ e



Kuva 11. EU-kehityksen mukaisen henkilöautojen käyttövoimamuutoksen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e) verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

Tarkastelun tulokset KT2030-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

<u>KT2030-kehitys</u>	<u>Tulos</u>
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden lisäkustannus käyttövoimamuutoksesta on 370 000 euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan ja niistä jyvitetään vain osa ohjelmakaudelle, toimenpiteen nettonykyarvo on -100 000 euroa. Täten toimenpide on taloudellisesti kannattava.
Päästövähennys vuonna 2030	420 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	-50 €/tCO ₂ e

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 79 (KT2030-kehitys, henkilöautot)	1 480	-1 110	370
Yhteensä	1 480	-1 110	370

KT2030-tavoite (henkilöautot)

Päästövähennys vuonna 2030 Päästövähennyksen keskimääräinen hinta

420
tCO₂e

-50
€/tCO₂e

Ohjelmakauden nettonykyarvo

-100 000 €

Kuva 12. KT2030-kehityksen mukaisen henkilöautojen käyttövoimamuutoksen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e) verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty toimenpiteen diskontattu nettonykyarvo, jossa investoinnit on jyvitetty ohjelmakaudelle.

Toimenpide 80: Kaupungin pakettiautojen vaihtaminen vähäpäästöisiin käyttövoimiin

Kaupungin pakettiautojen käyttövoimamuutoksen osalta tilannetta tarkastellaan nykykehityksen ja Kestävä Tampere 2030 -kehityksen lisäksi EU-direktiivin ja siitä seuraavan kansallisen lainsäädännön mukaisen kehityksen mukaisesti. Laskelmissa pakettiautoja on käsitelty investointeina, vaikka osa ajoneuvoista hankitaan leasing-sopimuksella. Laskelma antaa kuitenkin riittävän tarkan kuvan, sillä tarkastelun keskiössä on nimenomaan kustannusero eri toimintatapojen välillä, ja se realisoituu samansuuntaisesti sekä leasing-hankinnoissa että itselle hankittavissa investoinneissa. Sähkölatauspisteiden investointien kustannukset eivät sisälly laskelmiin. Kustannustarkastelu on laadittu Tampereen kaupungin kestävän kehityksen yksikössä.

Tarkasteltavat kehitysurat ovat seuraavat:

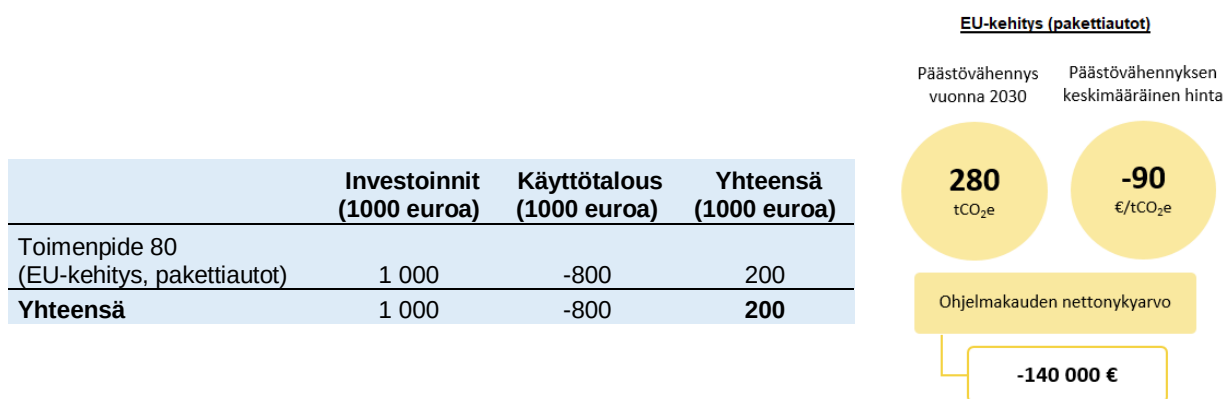
<u>Kehitysura</u>	<u>Määritelmä</u>
Nykykehitys	Kaupungin pakettiautojen oletetaan pysyvän nykyisellään eli vaihtoehtoisia käyttövoimia ei lisätä.
EU-kehitys	Kaupungin oletetaan muuttavan pakettiautojaan puhtaampiin käyttövoimiin EU:n puhtaiden ajoneuvojen direktiivin vaatimusten mukaisesti. Tämä tarkoittaisi sitä, että vuodesta 2021 lähtien uusista hankittavista ajoneuvoista 38,5 % tulee olla ns. "puhtaita" käyttövoimia, mikä pakettiautoja koskevien tarkempien määräysten mukaisesti tarkoittaa käytännössä ainoastaan täyssähköajoneuvoja. Tällaisella kehityksellä kaupungin pakettiautoista olisi vuonna 2030 täyssähköajoneuvoja noin 38 %.
KT2030-kehitys	Eri käyttövoimia käyttävien pakettiautojen määrän oletetaan kehittyvän ohjelmakaudella siten, että vuonna 2025 pakettiautoista 10 % on sähkökäyttöisiä ja 10 % kaasukäyttöisiä. Vuonna 2030 kaikista pakettiautoista 75 % kulkee sähköllä ja loput 25 % biokaasulla. On huomiotava, ettei biokaasu täytä direktiivin vaatimuksia, mutta sen käyttö edistää silti kaupungin omaa tavoitetta hiilineutraaliudesta.

Tarkasteluissa on käytetty seuraavia oletuksia:

	<u>Oletus</u>
Henkilöautojen määrä	Kaupungin hallinnassa olevien pakettiautojen määrän oletetaan pysyvän ohjelmakaudella vakiona olleen 191 kpl, ja niiden oletetaan olevan nykytilassa kokonaisuudessaan dieselkäyttöisiä.
Ajokilometrit	16 000 km/v
Taloudellinen käyttöaika	10 vuotta
Keskikulutus	Dieselkäyttöiselle pakettiauto 9 l/100 km, sähköauto 19 kWh/100 km ja biokaasuauto 6,2 kg/100 km.
Hankintahinta	Dieselkäyttöisen pakettiauto 23 000 €, sähköauto 40 000 € ja kaasuauto 30 000 €.
Hankintahinnan muutos	Sähköauton hankintahinta laskee 2 %/v ollen vuonna 2030 noin 33 000 €.
Polttoaineen/energian hinta	Diesel 1,4 €/l, sähkö 0,09 €/kWh ja biokaasu 1,5 €/kg.
Polttoaineen/energian hinnan muutos	Dieselin hinta nousee 2 %/v ollen vuonna 2030 noin 1,7 €/l. Sähkön hinta nousee 1 %/v ollen vuonna 2030 noin 0,1 €/kWh.
Päästökertoimet	Diesel 2,689 kg CO ₂ /l, sähkö 0,092 kg CO ₂ /kWh ja biokaasu 0 kg CO ₂ /kg (käytönaikainen suora päästökerroin).
Päästökertoimen muutos	Sähkön päästökerroin laskee lineaarisesti niin, että se on vuonna 2030 noin 0,031 kg CO ₂ /kWh.

Tarkastelun tulokset EU-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

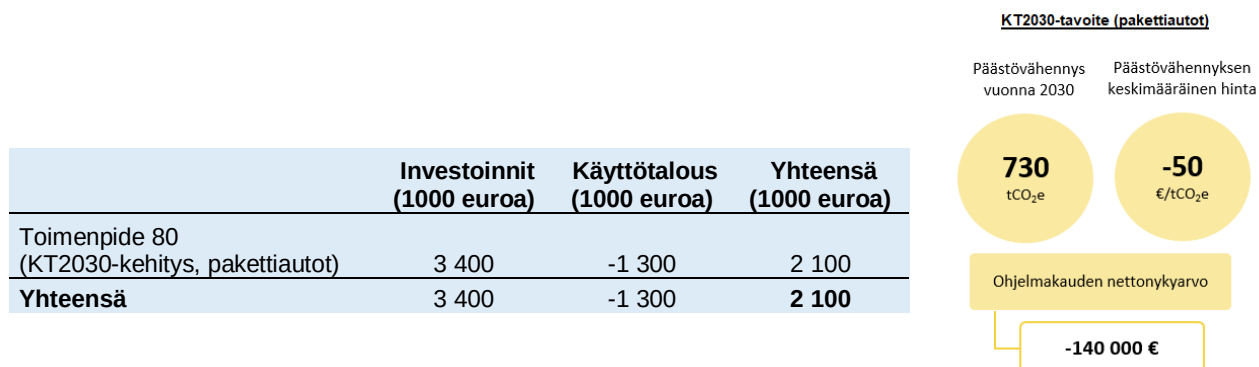
EU-kehitys	Tulos
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden lisäkustannus käyttövoimamuutoksesta on 200 000 euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan ja niistä jyvitetään vain osa ohjelmakaudelle, toimenpiteen nettonykyarvo on -140 000 euroa. Täten toimenpide on taloudellisesti kannattava.
Päästövähennys vuonna 2030	280 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	-90 €/tCO ₂ e



Kuva 13. EU-kehityksen mukaisen pakettiautojen käyttövoimamuutoksen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e) verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

Tarkastelun tulokset KT2030-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

KT2030-kehitys	Tulos
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden kustannussäästöt käyttövoimamuutoksesta ovat 290 000 euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan ja niistä jyvitetään vain osa ohjelmakaudelle, toimenpiteen nettonykyarvo on -140 000 euroa. Täten toimenpide on taloudellisesti kannattava.
Päästövähennys vuonna 2030	730 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	-50 €/tCO ₂ e



Kuva 14. KT2030-kehityksen mukaisen pakettiautojen käyttövoimamuutoksen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e) verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

2.7. Kuljetus- ja työkonekalusto

Kuljetus- ja työkonekaluston osalta tiekartassa on toimenpiteitä vaihtoehtoisten käyttövoimien lisäämisestä. Kustannusarviossa on huomioitu uusiutuvan dieselin käytön lisääminen kaupungin omissa työkoneissa (tp 83), ja sen laskelma esitetään seuraavaksi erikseen.

Toimenpide 83: Uusiutuvan dieselin käyttö työkoneissa

Tarkasteltavat kehitysurat ovat seuraavat:

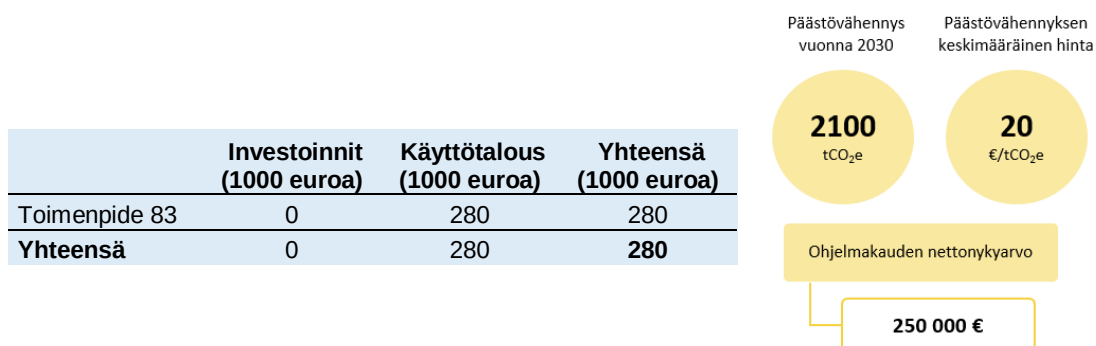
Kehitysurat	Määritelmä
Nykykehitys	Kaupungin omat työkoneet käyttävät jatkossakin ainoastaan dieseliä, ja sen kulutuksen oletetaan pysyvän nykyisellä tasollaan vuoteen 2030 saakka.
KT2030-kehitys	Kaupungin omat työkoneet siirtyvät lineaarisesti käyttämään uusiutuvaa dieseliä niin, että vuonna 2030 käytetään ainoastaan sitä.

Tarkasteluissa on käytetty seuraavia oletuksia:

	Oletus
Kulutus	Dieseliä kuluu nykytilassa noin 800 000 l/v.
Uusiutuvan dieselin vaikutus kulutukseen	Uusiutuvaa dieseliä kuluu 8 % enemmän kuin tavanomaista dieseliä sen pienemmän lämpöarvon vuoksi.
Polttoaineen hinta	Diesel 1,4 €/l ja uusiutuva diesel 1,5 €/l.
Polttoaineen hinnan muutos	Dieselin hinta nousee 2 %/v ollen vuonna 2030 noin 1,7 €/l.
Päästökertoimet	Diesel 2,689 kg CO ₂ /l ja uusiutuva diesel 0 kg CO ₂ /l (käytönaikainen suora päästökerroin).

Tarkastelun tulokset KT2030-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

KT2030-kehitys	Tulos
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden lisäkustannukset uusiutuvan dieselin käytöstä kaupungin omissa työkoneissa ovat 280 000 euroa. Toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo on 250 000 euroa.
Päästövähennys vuonna 2030	2100 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	20 €/tCO ₂ e



Kuva 15. KT2030-kehityksen mukaisen uusiutuvaan dieseliin vaihtamisen käyttötalousmenot ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e) verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

2.8. Uudet liikkumispalvelut

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu toimia liikkumispalveluiden ja matkaketjujen edistämiseen liittyen. Kustannusarvioon sisältyy ainoastaan kaupunkipyöräjärjestelmän (tp 84) nettokustannukset (sis. lippu- ja mainostulot) seuraavilla määrillä: Ydinkeskustaan 700 pyörää vuonna 2021 ja 1000 pyörää vuonna 2022, minkä jälkeen palvelun laajentaminen vuoteen 2030 mennessä aluekeskuksiin yhteensä 1300 pyörään. Arvio perustuu Tampereen kaupungin liikennejärjestelmän suunnitteluyksikön tietoihin.

Huomioitujen toimenpiteiden käyttötalouden kustannuslisäys ohjelmakaudella on 2,5 milj. euroa (Kuva 16). Toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo on 2,2 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 84	0	2 500	2 500
Yhteensä	0	2 500	2 500

Ohjelmakauden
nettonykyarvo

2 200 000 €

Kuva 16. Kaupunkipyöräjärjestelmän käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

2.9. Liikkumisen ohjaus

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu toimia liikkumisen ohjaukseen liittyen, kuten kestävän liikkumisen ja liikkumispalveluiden markkinointia. Kustannusarvio on esitetty seuraavien toimenpiteiden kokonaisuudelle: 91, 92, 93, 94, 95 ja 96. Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarvio perustuu Tampereen kaupungin liikennejärjestelmän suunnitteluyksikön asiantuntija-arvioon lisäresurssien tarpeesta tavoitteeseen pääsemiseksi. Arvio pitää sisällään muun muassa lisähenkilöresurssin, joka mahdollistaisi jatkuvan kehityksen.

Huomioitujen toimenpiteiden käyttötalouden kustannuslisäys ohjelmakaudella on 5,3 milj. euroa (Kuva 17). Toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo on 4,4 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)	Ohjelmakauden nettonykyarvo
Toimenpiteet 91–96	0	5 300	5 300	
Yhteensä	0	5 300	5 300	4 400 000 €

Kuva 17. Liikkumisen ohjauksen käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

3. Kestävä rakentaminen

3.1. Uudisrakentaminen kaupungin kiinteistöissä

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu toimia vähähiilisyyden huomioimiseksi kaupungin kiinteistöjen uudisrakennuskohteissa. Kustannusarvio on esitetty seuraavien toimenpiteiden kokonaisuudelle: 102, 103, 105, 106, 107, 110 ja 111. Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarvio perustuu Tampereen Tilapalvelut Oy:n ja Tampereen kaupungin Kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka -palveluryhmän arvioihin.

Huomioitujen toimenpiteiden käyttötalouden kustannuslisäys ohjelmakaudella on 0,5 milj. euroa (Kuva 18). Toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo on 450 000 euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpiteet 102–103, 105–107 ja 110–111	0	510	510
Yhteensä	0	510	510

Ohjelmakauden
nettonykyarvo

450 000 €

Kuva 18. Kaupungin kiinteistöjen uudisrakentamisen käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

3.2. Yksityisen uudisrakentamisen ohjaus

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu toimia vähähiilisyyden huomioimiseksi yksityisissä uudisrakennuskohteissa. Toimenpiteille ei ole tehty erillistä kustannusarviota, sillä suuri osa toimista toteutetaan virkatyönä.

3.3. Korjausrakentaminen kaupungin kiinteistöissä

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu vähähiilisyttä edistäviä toimia kaupungin kiinteistöjen korjausrakentamisessa. Kustannusarviossa on esitetty lisäresurssin tarve nykyiseen pienten energiakorjausten määrärahaan, joka on 1 milj. euroa. Kustannusarvio on esitetty seuraaville toimenpiteille: 121, 122, 123 ja 124. Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarvio perustuu Tampereen Tilapalvelut Oy:n ja Tampereen kaupungin Kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka -palveluryhmän arvioihin.

Huomioitujen toimenpiteiden investoinnit ovat ohjelmakaudella 0,4 milj. euroa ja käyttötalouden kustannuslisäys 0,4 milj. euroa (Kuva 19). Yhteensä kustannussäästö on ohjelmakaudella 0,8 milj. euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan, on toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo 0,4 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 121	0	50	50
Toimenpide 122	420	0	420
Toimenpide 123	0	50	0
Toimenpide 124	0	250	250
Yhteensä	420	350	770

Ohjelmakauden nettonykyarvo

400 000 €

Kuva 19. Kaupungin kiinteistöjen korjausrakentamisen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

3.4. Yksityisen korjausrakentamisen ohjaus

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu energianeuvonnan lisääminen (tp 126). Toimenpide on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa, ja sille esitetään seuraavaksi erikseen kustannusarvio.

Toimenpide 126: Yksityisen korjausrakentamisen ohjaus energianeuvontaa lisäämällä

Yksityisen korjausrakentamisen energianeuvonnan määrän lisäämiselle on tehty erillinen arvio kustannus- ja päästövaikutuksesta. Arvio perustuu Ekokumppanit Oy:n ja kestävän kehityksen yksikön laskelmiin.

Kaupungin energianeuvonnalla voidaan vaikuttaa asuinrakennusten energiatehokkuuteen. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisen lisäksi energianeuvolla voitaisiin saada muitakin hyötyjä, kuten remonttien myötä lisää töitä paikallisille yrityksille, mikä lisäisi kaupungin verotuloja. Energiaremonttien myötä asumiskulut pienenisivät, jolloin kuntalaisille jäisi enemmän rahaa muuhun kuluttamiseen. Lisäksi energiaremontoinnin lisääminen takaisi yrityksille paikalliset markkinat tuotteiden ja liiketoimintakonseptien testaamiseen.

Nykyisin kaupungin energianeuvonnan budjetti on vuositasolla noin 30 000 euroa. Keskeisimmät kohderyhmät energianeuvonnalle ovat yli 20 vuotta vanhat kerrostalot sekä öljy- ja sähkölämmitteiset pientalot. Niissä potentiaali parantaa energiatehokkuutta on suurin ja sitä kautta toimien teko on taloudellisesti kannattavaa myös rakennusten omistajille. Suurin haaste energiatehokkuustoimenpiteiden teossa on se, että rakennusten omistajat eivät tiedä taloudellisesti kannattavista energiatehokkuusmahdollisuuksista. Neuvonta pitäisikin kohdentaa proaktiivisesti näille kohderyhmille. Seuraavaksi esitetty laskelma osoittaa asuinrakennusten energiatehokkuuspotentiaalin, jota voidaan vauhdittaa kaupungin tarjoamalla energianeuvonnalla. On kuitenkin huomioitava, että myös kansallisilla toimilla on merkittävä vaikutus energiatehokkuuden lisäämiseen.

Tarkasteltavat kehitysurat ovat seuraavat:

<u>Kehitysura</u>	<u>Määritelmä</u>
Nykykehitys	Energiaremonttien tekeminen ja neuvonta pysyvät nykyisellä tasollaan (neuvonta 30 000 euroa/v).
KT2030-kehitys	Energianeuvonnan määrä kymmenkertaistetaan, jotta kaikki kustannustehokkaat energiatehokkuustoimet ja uusiutuva energian lisääminen saadaan toteutettua.

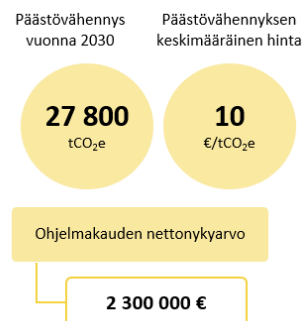
Tarkasteluissa on käytetty seuraavia oletuksia:

	<u>Oletus</u>
Neuvonnalla saavutettava kustannustehokas energiatehokkuuspotentiaali	60 % (noin 400 000 MWh)
Rakennuskannan energiatehokkuuspotentiaalin hyödyntämisaste	Vanhat kerrostalot (rakennettu ennen vuotta 2000): 70 % Uudet kerrostalot (rakennettu vuoden 2000 jälkeen): 50 % Öljylämmitteiset pientalot: 100 % Sähkölämmitteiset talot: 50 %
Remontoitavien rakennusten määrä ohjelmakaudella	Vanhat kerrostalot (rakennettu ennen vuotta 2000): 1400 kpl Uudet kerrostalot (rakennettu vuoden 2000 jälkeen): 1000 kpl Öljylämmitteiset pientalot: 3200 kpl Sähkölämmitteiset talot: 4000 kpl
Energianeuvonnalla remontoitavien kohteiden määrä vuodessa	Vanhat kerrostalot (rakennettu ennen vuotta 2000): 140 kpl/v Uudet kerrostalot (rakennettu vuoden 2000 jälkeen): 100 kpl/v Öljylämmitteiset pientalot: 320 kpl/v Sähkölämmitteiset talot: 400 kpl/v
Energianeuvonnan lisäresurssin tarve	270 000 euroa/v - Yksi henkilö pientaloneuvontaan (öljy- ja sähkölämmitteiset) - Kaksi henkilöä taloyhtiöneuvontaan - Yksi henkilö koordinoimaan (suunnittelu, markkinointi, kehitystyö)

Tarkastelun tulokset KT2030-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

<u>KT2030-kehitys</u>	<u>Tulos</u>
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden lisäkustannukset energianeuvonnan lisäämisestä ovat 2,7 milj. euroa. Toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo on 2,3 milj. euroa.
Päästövähennys vuonna 2030	27 800 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	10 €/tCO ₂ e

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 126	0	2 700	2 700
Yhteensä	0	2 700	2 700



Kuva 20. Energianeuvonnan määrän kymmenkertaistamisen käyttötalousmenot ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e) verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty toimenpiteen diskontattu nettonykyarvo.

3.5. Puurakentaminen

Tiekartassa esitetään toimenpiteitä puurakentamisen edistämiseksi. Kaupungin kiinteistöjen puurakentamisen lisäämiselle (tp 131) on tehty erikseen kustannusarvio, ja se esitetään seuraavaksi.

Toimenpide 131: Puurakentamisen lisääminen kaupungin kiinteistöissä

Puurakentamisen lisäämisen kustannusarvio perustuu Tampereen kaupungin kestävän kehityksen yksikön laskelmaan. Laskelman lähtöarvoja on tarkistettu Tampereen kaupungin Kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka -palveluryhmältä.

Tarkasteltavat kehitysurat ovat seuraavat:

Kehitysurat	Määritelmä
Nykykehitys	Puurakennusten osuus pysyy kaupungin kiinteistöjen osalta nykyisellään.
KT2030-kehitys	Puurakentaminen lisääntyy kaupungin kiinteistöissä niin, että vuosina 2021-2023 puurakenteisia kiinteistöjä rakennetaan vuosittain 2200 brm ² /v, 3300 brm ² /v vuosina 2024-2027 ja 4400 brm ² /v vuosina 2028-2030.

Tarkasteluissa on käytetty seuraavia oletuksia:

	Oletus
Puurakentamisen kustannus	Puurakentamisen oletetaan olevan tällä hetkellä 15 % kalliimpaa kuin betonirakentamisen (puurakentamisen lisäkustannus 400 €/brm ²).
Puurakentamisen kustannusten muutos	Puurakentamisen kustannusten oletetaan laskevan lineaarisesti betonirakentamisen tasolle vuoteen 2030 mennessä.
Taloudellinen käyttöikä	30 v

Tarkastelun tulokset KT2030-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

KT2030-kehitys	Tulos
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden lisäkustannukset puurakentamisen lisäämisestä ovat 5,3 milj. euroa. Kun toimenpiteen elinkaari huomioidaan ja investoinnit jyvitetään ohjelmakaudelle, toimenpiteen diskontattu nettonykyarvo on 1,1 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 131	5 300	0	5 300
Yhteensä	5 300	0	5 300

Ohjelmakauden
nettonykyarvo

1 100 000 €

Kuva 21. Puurakentamisen investoinnit ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteiden ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

3.6. Infrarakentaminen

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu laaja-alaisesti toimia infrarakentamisen elinkaariarvioinnista sekä niiden käytöstä ja kuljetuksista. Kustannusvaikutusten osalta on tarkasteltu infrarakentamisen maamassojen kuljetusten vähentämisen myötä syntyviä potentiaalisia kustannussäästöjä (tp 137). Toimenpide on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannussäästöarvio perustuu Tampereen kaupungin infraomaisuuden hallintayksikön ja kestävän kehityksen yksikön laskelmaan.

Kustannussäästöt on arvioitu seuraavilla oletuksilla:

	Oletus
Maamassojen nykytason kuljetuskustannukset	2 000 000 €/v
Maamassojen kuljetuskustannusten muutos	+1 %/v
Kuljetusten kustannussäästöpotentiaali	30 %

Toimenpiteen käyttötalouden kustannussäästöpotentiaalin on arvioitu olevan ohjelmakaudella 6,2 milj. euroa (Kuva 22). Toimenpiteen diskontattu nettonykyarvo on ohjelmakaudella -5,2 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)	Ohjelmakauden nettonykyarvo
Toimenpide 137	0	-6 200	-6 200	
Yhteensä	0	-6 200	-6 200	-5 200 000 €

Kuva 22. Maamassojen kuljetusten vähentämisen käyttötalousvaikutus ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

3.7. Uusiomateriaalien käyttö

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu toimia uusiomateriaalin hyödyntämisestä infrarakentamisessa. Kustannusvaikutusten osalta on arvioitu uusiomateriaalien hyödyntämisen kustannussäästöpotentiaalia kadunrakentamisessa (tp 142). Toimenpide on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannussäästöarvio perustuu Tampereen kaupungin infraomaisuuden hallintayksikön ja kestävän kehityksen yksikön laskelmaan.

Kustannussäästöt on arvioitu seuraavilla oletuksilla:

	Oletus
Rakennettavien uusien katujen määrä	55 000 m ² /v
Katujen osuus, joilla pystytään hyödyntämään uusiomateriaaleja	25 %
Kustannussäästöt ns. resurssiviisaasta ratkaisusta kadunrakentamisessa	4,6 €/m ²
Uusiomateriaalien hyödyntämisen osuus resurssiviisaan ratkaisun kustannussäästöistä	50 %

Toimenpiteen käyttötalouden kustannussäästöpotentiaalin on arvioitu olevan ohjelmakaudella 0,6 milj. euroa (Kuva 23). Toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo on -0,5 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 142	0	-630	-630
Yhteensä	0	-630	-630

Ohjelmakauden
nettonykyarvo

-530 000 €

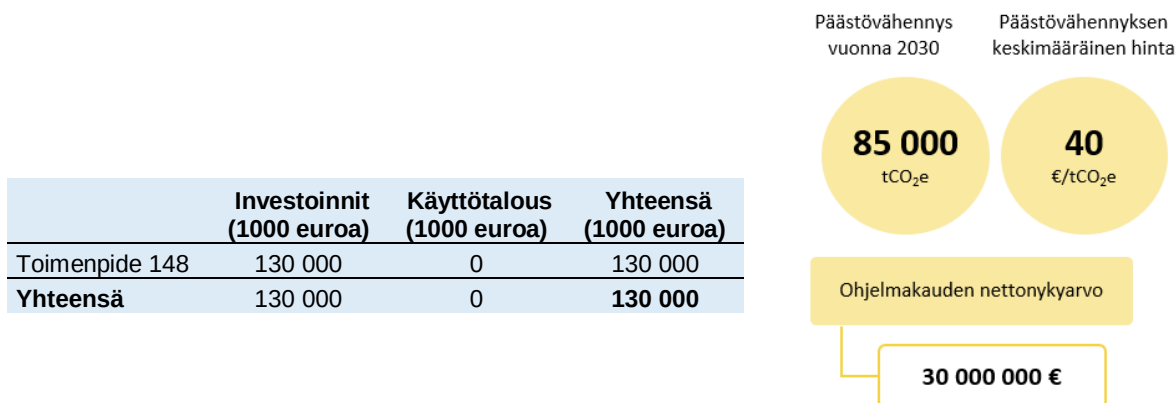
Kuva 23. Uusiomateriaalien käytön käyttötalousvaikutus ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

4. Kestävä energia

4.1. Keskitetty uusiutuva energia

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu keskitetyn uusiutuvan energian ratkaisuja, joista merkittävin on Tampereen Sähkölaitoksen Naistenlahti 2 -voimalaitosyksikön uusiminen (tp 148). Toimenpide on jo käynnissä ja voimala valmistuu vuonna 2022. Sähkölaitoksen mahdollisesta investoinnista uuteen biolämpölaitokseen ja geolämpölaitoksen kehittämisestä ei ole vielä kustannusarvioita. Kustannus- ja päästövähennysarviot perustuvat Tampereen Sähkölaitoksen tietoihin.

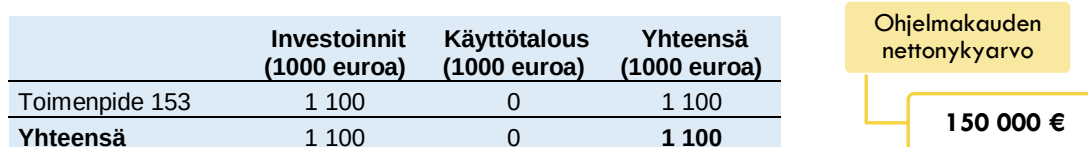
Naistenlahden voimalaitoksen uusimisen investoinnit ovat ohjelmakaudella yhteensä 130 milj. euroa (Kuva 24). Kun investoinnin elinkaari huomioidaan, on toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo 30 milj. euroa (40 vuoden taloudellisella käyttöajalla). Toimenpiteen päästövähennys vuonna 2030 on 85 000 tCO₂e. Päästövähennyksen keskimääräinen hinta nettonykyarvoa hyödyntäen on 40 €/tCO₂e.



Kuva 24. Naistenlahden voimalaitoksen uusimisen investoinnit ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e). Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu myös kaupungin kiinteistöjen liittäminen kaukokylmään (tp 153). Tämän osalta kustannusarvio perustuu Tampereen Tilapalvelut Oy:n ja Tampereen kaupungin Kiinteistöt, tilat ja asuntopolitiikka -palveluryhmän tietoihin.

Toimenpiteen investoinnit ovat ohjelmakaudella 1,1 milj. euroa (Kuva 25). Kun investointien elinkaari huomioidaan, on toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo 0,2 milj. euroa (30 vuoden taloudellisella käyttöajalla).



Kuva 25. Kaupungin kiinteistöjen kaukokylmäverkostoon liittäminen investoinnit ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

4.2. Älykkäät energiaverkot ja palvelut

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu älykkäiden energiaverkkojen ja palveluiden ratkaisuja. Kustannusarvio pitää sisällään ainoastaan Tampereen Sähkölaitoksen kaukolämpöakun teknologian kehittämisen ja pilotoinnin Naistenlahdessa (tp 155). Sähkölaitoksen kulutusjousto- ja energiansäästöpalveluiden kehittäminen sekä älykkään energiaverkon ja virtuaalivoimalaitoksen teknologian pilotointi ovat enemmänkin kumppaniverkoston kautta tapahtuvaa suoraa asiakasmyyntiä ja asiakkaiden investointeja, joiden suuruus riippuu kysynnästä. Tämän vuoksi näistä ei koidu Sähkölaitokselle investointeja. Kustannusarvio perustuu Tampereen Sähkölaitoksen omaan arvioon. Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa.

Toimenpiteen investoinnit ovat ohjelmakaudella 6,0 milj. euroa (Kuva 26). Kun investointien elinkaari huomioidaan, on toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo 1,7 milj. euroa (20 vuoden taloudellisella käyttöajalla).

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 155	6 000	0	6 000
Yhteensä	6 000	0	6 000

Ohjelmakauden
nettonykyarvo

1 700 000 €

Kuva 26. Kaukolämpöakun investoinnit ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

Toimenpidekokonaisuuteen liittyvä kustannusarvio kaupungin katuvalaistuksen muuttamisesta ledeiksi ja valojen älykkään ohjauksen käyttöönotosta (tp 157) esitetään seuraavaksi erikseen.

Toimenpide 157: Ulkovalaisinten vaihto älykkäisiin LED-valaisimiin

Katuvalaistuksen LED-muutosten osalta kustannusvaikutus perustuu Tampereen kaupungin kestävä kehityksen yksikössä laadittuun laskentaan, johon on saatu lähtötietoja Kaupunkiympäristön rakennuttaminen ja ylläpito -palveluryhmältä. LED-valaistuksen vaihtoon vuoteen 2025 mennessä on jo varauduttu kaupungin vuosisuunnitelmassa, mutta laskelmat on tehty kannattavuuden ja taloudellisuuden tarkastelun vuoksi.

Tarkasteltavat kehitysurat ovat seuraavat:

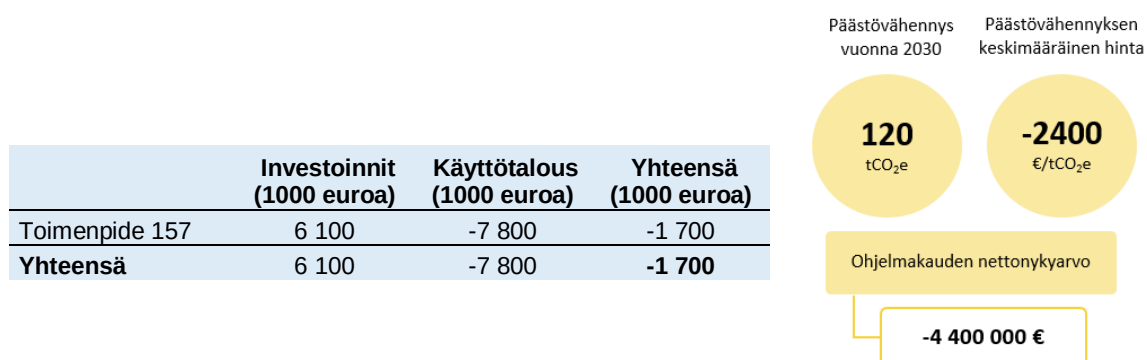
<u>Kehitysurat</u>	<u>Määritelmä</u>
Nykykehitys	Kaupunki vaihtaa nykyisiä ulkovalaisimia älykkäiksi LED-valaisimiksi 1000 kpl/v. Vanhaa teknologiaan hyödyntävien valaisinten määrä on nykytilassa noin 29 000 kpl ja LED-valaisimia noin 14 000 kpl. Tämän lisäksi uusia valaisimia tulee 400 kpl/v kaupungin kasvun johdosta ja ne toteutetaan aina LED-valaisimilla.
KT2030-kehitys	Kaupungin ulkovalaistus vaihdetaan 95 %:sti älykkäällä ohjausjärjestelmällä toimiviksi LED-valaisimiksi vuoteen 2025 mennessä.

Tarkasteluissa on käytetty seuraavia oletuksia:

	<u>Oletus</u>
Valaisimen paloaika	Vanha teknologia: 3500 h/v Älykäs LED-valaisin: Vaikutus paloaikaan -35 %, jolloin paloaika on 2300 h/v.
Valaisimen teho	Vanha teknologia: 104 W Älykäs LED-valaisin: 53 W
Investointikustannus	Älykäs LED-valaisin: 350 €/valaisin
Huolto- ja kunnossapitokustannus	Vanha teknologia: 25 €/valaisin/v Älykäs LED-valaisin: 1,5 €/valaisin/v
Sähkön hinta	0,09 €/kWh
Sähkön hinnan muutos	1 %/v ollen noin 0,10 €/kWh vuonna 2030
Sähkön päästökerroin lähtötilassa	0,092 kg CO ₂ /kWh
Sähkön päästökertoimen muutos	Sähkön päästökerroin laskee lineaarisesti niin, että se on vuonna 2030 noin 0,031 kg CO ₂ /kWh.
Investoinnin taloudellinen käyttöaika	25 v

Tarkastelun tulokset KT2030-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

KT2030-kehitys	Tulos
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden kustannussäästöt LED-valaistuksen vaihtamisesta ovat 1,7 milj. euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan ja niistä jyvitetään vain osa ohjelmakaudelle, toimenpiteen nettonykyarvo on -4,4 milj. euroa. Täten toimenpide on taloudellisesti kannattava.
Päästövähennys vuonna 2030	120 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	-2400 €/tCO ₂ e



Kuva 27. KT2030-kehityksen mukaisen ulkovalaisinten LED-vaihtojen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e) verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

4.3. Hajautettu uusiutuva energia

Toimenpidekokonaisuudelle on laskettu kustannusvaikutus ainoastaan kaupungin kiinteistöjen aurinkoenergian määrän lisäämisen osalta. Tälle ei ole esitetty tiekartassa suoraan toimenpidettä, mutta aiheeseen liittyvässä toimenpiteessä (tp 159) aurinkopaneelien lisäämisen potentiaalia selvitetään. Alla on esitetty siitä huolimatta kustannusvaikutus- ja päästövähennyspotentiaalit toimenpiteelle, jossa aurinkoenergian määrää kymmenkertaistattiin kaupungin kiinteistöissä vuoteen 2030 mennessä. Laskelma on tehty Tampereen kaupungin kestävä kehityksen yksikössä.

Toimenpide 159: Aurinkoenergian määrän lisääminen kaupungin kiinteistöissä

Tarkasteltavat kehitysurat ovat seuraavat:

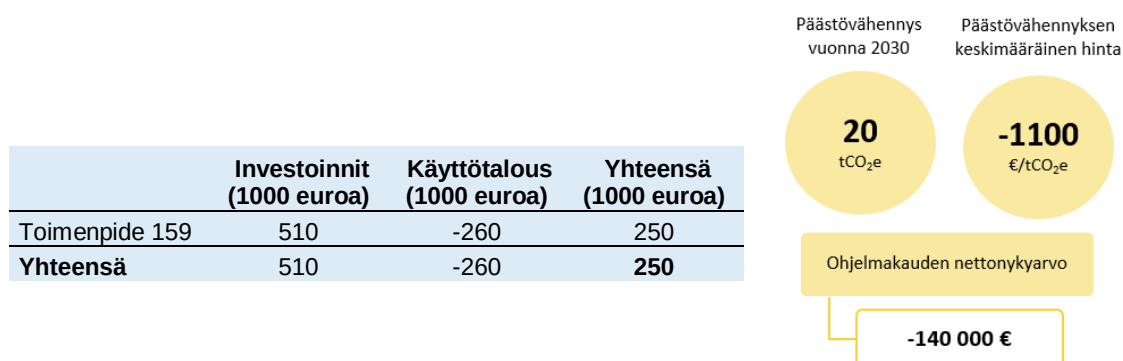
Kehitysurat	Määritelmä
Nykykehitys	Kaupungin kiinteistöjen aurinkopaneelien vuositeho on 63 kWp ja huipunkäyttöaika 900 h. Näin ollen nykytilaskenaariossa vuosituotannon oletetaan olevan 56,7 MWh ja pysyvän tällä tasolla vuoteen 2030 saakka.
KT2030-kehitys	Kaupungin kiinteistöissä tuotettavan aurinkoenergian määrän oletetaan kymmenkertaistuvan lineaarisesti vuoteen 2030 mennessä, eli tavoitevuonna 2030 vuositehon oletetaan olevan 630 kWp ja vuosituotannon 567 MWh.

Tarkasteluissa on käytetty seuraavia oletuksia aurinkopaneeleille:

	Oletus
Investointikustannus	900 €/kWp
Huolto- ja kunnossapitokustannus	5 €/MWh
Sähkön hinta	0,09 €/kWh
Sähkön hinnan muutos	1 %/v ollen noin 0,10 €/kWh vuonna 2030
Sähkön päästökerroin lähtötilassa	0,092 kg CO ₂ /kWh
Sähkön päästökertoimen muutos	Sähkön päästökerroin laskee lineaarisesti niin, että se on vuonna 2030 noin 0,031 kg CO ₂ /kWh.
Investoinnin taloudellinen käyttöaika	30 v

Tarkastelun tulokset KT2030-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

KT2030-kehitys	Tulos
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden lisäkustannus aurinkopaneeleiden lisäämisestä kaupungin kiinteistöissä on 250 000 euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan ja niistä jyvitetään vain osa ohjelmakaudelle, toimenpiteen nettonykyarvo on -140 000 euroa. Täten toimenpide on taloudellisesti kannattava.
Päästövähennys vuonna 2030	20 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	-1100 €/tCO ₂ e



Kuva 28. KT2030-kehityksen mukaisen aurinkopaneeleiden lisäämisen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e) verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

4.4. Öljylämmityksestä luopuminen

Toimenpidekokonaisuudelle on laskettu kustannus- ja päästövähennyspotentiaalit öljylämmityksestä luopumiselle kaupungin kiinteistöissä (tp 159). Toimenpide on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Laskelma on tehty Tampereen kaupungin kestävä kehityksen yksikössä ja laskentaa varten on saatu lähtöarvoja Tampereen Tilapalvelut Oy:ltä. Tarkastelu esitetään seuraavaksi.

Toimenpide 162: Öljylämmityksestä luopuminen kaupungin kiinteistöissä

Tarkasteltavat kehitysurat ovat seuraavat:

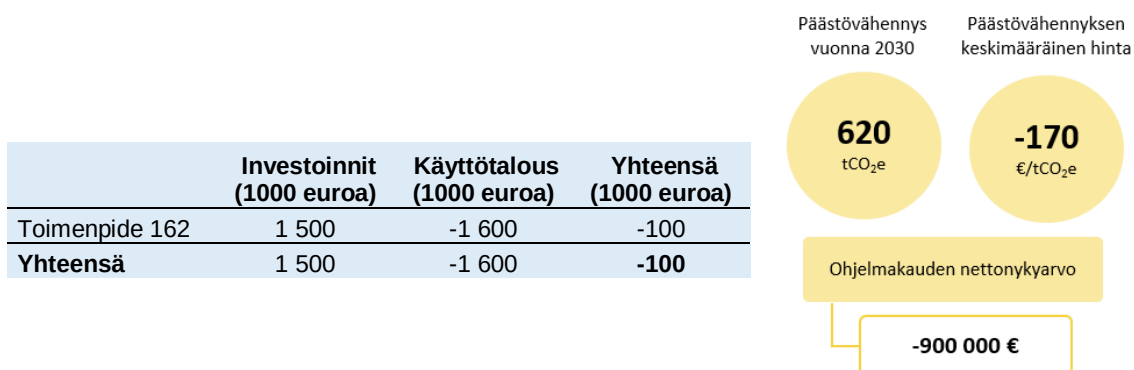
Kehitysurat	Määritelmä
Nykykehitys	Kaupungin kiinteistöissä öljylämmitystä vaihdetaan vesi-ilmalämpöpumppeihin vuodessa 5 %.
KT2030-kehitys	Kaupungin kiinteistöissä vaihdetaan öljylämmitys vesi-ilmalämpöpumpputärjestelmiin vuoteen 2025 mennessä.

Tarkasteluissa on käytetty seuraavia oletuksia:

	Oletus
Öljylämmitteisten rakennusten tilavuus lähtötilassa	77 000 m ³
Rakennusten ominaislämmönkulutus	56 kWh/m ³
Vesi-ilmalämpöpumpun lämpökerroin (COP)	2,5
Vesi-ilmalämpöpumpun investointikustannus	32 €/m ³
Huolto- ja kunnossapitokustannus	Öljylämmitteinen rakennus: 0,2 €/m ³ /v Vesi-ilmalämpöpumpulla lämmitettävä rakennus: 0,5 €/m ³ /v
Energian hinnat	Öljy: 0,10 €/kWh Sähkö: 0,09 €/kWh
Energian hintojen muutos	Öljy: 3 %/v ollen noin 0,13 €/kWh vuonna 2030 Sähkö: 1 %/v ollen noin 0,10 €/kWh vuonna 2030
Päästökertoimet lähtötilassa	Öljy: 0,266 kg CO ₂ /kWh Sähkö: 0,092 kg CO ₂ /kWh
Sähkön päästökertoimen muutos	Sähkön päästökerroin laskee lineaarisesti niin, että se on vuonna 2030 noin 0,031 kg CO ₂ /kWh.
Vesi-ilmalämpöpumpputärjestelmän taloudellinen käyttöaika	25 v

Tarkastelun tulokset KT2030-kehityksessä verrattuna nykykehitykseen ovat seuraavat:

KT2030-kehitys	Tulos
Ohjelmakauden kustannusvaikutus	Ohjelmakauden kustannussäästö öljylämmityksestä luopumisesta kaupungin kiinteistöissä on 100 000 euroa. Kun investointien elinkaari huomioidaan ja niistä jyvitetään vain osa ohjelmakaudelle, toimenpiteen nettonykyarvo on -900 000 euroa. Täten toimenpide on taloudellisesti kannattava.
Päästövähennys vuonna 2030	620 tCO ₂ e
Päästövähennyksen hinta	-170 €/tCO ₂ e



Kuva 29. KT2030-kehityksen mukaisen öljylämmityksestä luopumisen investoinnit ja käyttötalousmenot ohjelmakaudella, päästövähennys vuonna 2030 (tCO₂e) sekä keskimääräinen päästövähennyksen hinta (€/tCO₂e) verrattuna nykykehitykseen. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

5. Kestävä kulutus

5.1. Jätehuolto

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu jätehuollon edistämistoimia. Kustannusarvio pitää sisällään Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n erilliskeräyksen lisäämisen muovi-, metalli-, lasi- ja kartonkijätteen (tp 163) sekä biojätteen (tp 164) osalta. Toimenpiteet on esitetty tarkemmin tiekartan toimenpidekortissa. Kustannusarvio perustuu Pirkanmaan Jätehuolto Oy:n tietoihin. Kustannusarviossa on huomioitava, että ne ovat indikaatiivisia ja vertailuvuotena on 2017.

Toimenpiteen käyttötalouden kustannuslisäyksen on arvioitu olevan ohjelmakaudella 25,0 milj. euroa (Kuva 30). Toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo on 20 milj. euroa.

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 163	0	12 000	12 000
Toimenpide 164	0	13 000	13 000
Yhteensä	0	25 000	25 000

Ohjelmakauden nettonykyarvo

20 000 000 €

Kuva 30. Erilliskeräyksen laajentamisen käyttötalousmenot ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

5.2. Kiertotalous

Toimenpidekokonaisuuteen kuuluu kiertotalouden edistämistoimia. Kustannusarvio pitää sisällään ainoastaan Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy:n toimesta Sulkavuoren keskuspuhdistamon investoinnit (tp 178). Kustannusarvio perustuu Tampereen Seudun Keskuspuhdistamo Oy:n tietoihin. Puhdistamo on jo rakenteilla ja valmistuu vuonna 2024.

Toimenpiteen investoinnit ovat ohjelmakaudella 242,0 milj. euroa (Kuva 31). Kun investoinnin elinkaari huomioidaan, on toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo 39,0 milj. euroa (50 vuoden taloudellisella käyttöajalla).

	Investoinnit (1000 euroa)	Käyttötalous (1000 euroa)	Yhteensä (1000 euroa)
Toimenpide 178	242 000	0	242 000
Yhteensä	242 000	0	242 000

Ohjelmakauden nettonykyarvo

39 000 000 €

Kuva 31. Sulkavuoren Keskuspuhdistamon investoinnit ohjelmakaudella. Lisäksi esitetty toimenpiteen ohjelmakauden diskontattu nettonykyarvo.

5.3. Säästävä kulutus

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

5.4. Ruokailu

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

5.5. Hankinnat

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

5.6. Ympäristötietoisuuden lisääminen

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

5.7. Kestävä liiketoiminta ja tapahtumat

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

6. Kestävä kaupunkiluonto

6.1. Metsien hiilinielut

Toimenpiteillä ei arvioida olevan merkittäviä kustannuksia.

6.2. Kaupunkivihreän hiilinielut

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

6.3. Viher- ja hulevesirakentamisen CO₂-päästöt

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

6.4. Ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimenpiteet

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

6.5. Päästöjen kompensointi

Toimenpiteiden kustannuksia ei arvioitu.

Liitteet

Kustannusarvioinnin yhteyshenkilöt:

Timo Aaltonen, Tampereen Infra Oy
Heljä Aarnikko, Tampereen kaupunki
Artti Elonen, Tampereen Tilapalvelut Oy
Antti Haukka, Tampereen kaupunki
Juha-Pekka Häyrynen, Tampereen kaupunki
Jussi Kulomäki, Tampereen kaupunki
Jussi Kuoppala, Tampereen Tilapalvelut Oy
Antti Lakka, Tampereen Tilapalvelut Oy
Esa Nummela, Pirkanmaan Jätehuolto Oy
Sanna Ovaska, Tampereen kaupunki
Mika Pekkinen, Tampereen Sähkölaitos Oy
Matti Pokkinen, Tampereen kaupunki
Juho Rinta-Rahko, Ekokumppanit Oy
Riikka Salkonen, Tampereen kaupunki
Katja Seimelä, Tampereen kaupunki
Timo Seimelä, Tampereen kaupunki
Marko Siirtola, Tampereen Tilapalvelut Oy
Pekka Stenman, Tampereen kaupunki
Niko Suoniemi, Tampereen kaupunki
Jarmo Viljakka, Tampereen kaupunki
Leena Ylinen, Tuomi Logistiikka Oy