



TAMPEREEN KAUPUNGIN SÄHKÖISEN LIIKENTEEN STRATEGIA

—

KÄYTTÖNOTTOSELVITYS



KÄYTTÖÖNOTTOSELVITYS

Vastaanottaja Tampereen kaupunki
Päivämäärä 07/04/2014
Laatija Pekka Stenman, Timo Hänninen, Sini Kahilaniemi, Aki
Lumiaho
Tarkastaja Mika Kulmala

TIIVISTELMÄ

Tampereen vuoden 2025 kaupunkistrategiassa on nostettu esille mm. älykäs ja kestävä liikenne sekä tiivis, vihreä ja vähähiilinen yhdyskuntarakenne. Sähköinen liikenne on yksi keino vastata kaikkiin näihin tavoitteisiin, sillä se vähentää liikenteestä syntyviä päästöjä, alentaa liikenteestä syntyviä kustannuksia sekä parantaa kaupunkialueiden viihtyisyyttä. Tampereen kaupunki onkin laatimassa sähköisen liikenteen strategiaa, joka tulee olemaan yksi osa Tampereen kaupunkistrategian jalkauttamista ja toimeenpanoa.

Strategiatyön tavoitteena on määritellä, millaisessa roolissa Tampereen kaupunki voisi jatkossa toimia sähköisen liikenteen kentässä. Tässä työssä tutkittiin neljää erilaista roolivaihtoehtoa: *kehityksen seurailija, toimiva toteuttaja, esimerkillinen vaikuttaja ja valtakunnallinen suunnannäyttävä*. Kun kaupungin oma tahtotila on selkiytynyt ja rooli valittu, tulee kaupungin määritellä ne toimenpiteet, joilla sähköistä liikennettä aletaan Tampereella edistää, jos aletaan. Sähköisen liikenteen mahdollisuudet kaupungille ovat suuret, ja melko pienillä, mutta hyvin kohdistetuilla toimenpiteillä Tampereen kaupunki voi saavuttaa jopa kansainvälistä näkyvyyttä.

Konkreettisina toimenpiteinä sähköisen liikenteen edistämiseksi Tampereen kaupunki voi korvata nykyisiä polttomoottoriajoneuvojansa sähköisillä. Kaupungin omistuksessa on sekä henkilöautoja, pakettiautoja että busseja, joista ainakin osa voitaisiin jo nykytilanteessa vaihtaa täyssähköautoiksi tai ladattaviksi hybrideiksi. Ajoneuvot tarvitsisivat myös riittävän määrän latauspisteitä kaupungin omille kiinteistöille. Kaupunki voi lisäksi rakentaa latauspisteitä yleiseen käyttöön tarkoitukseen soveltuville kiinteistöille. Ajoneuvo- ja latauspistehankintojen lisäksi kaupunki voi myös kannustaa sähköautoiluun erilaisin etuuksin ja kannustimien, joista tehokkaimmat liittyvät yleensä pysäköintiin ja/tai ajoneuvojen lataukseen. Kannustimet voivat kohdistua myös yritysmaailmaan, kuten takseihin ja jakeluliikenteeseen. Muita mahdollisia keinoja edistää sähköistä liikennettä ovat mm. sähköautoilun huomioiminen kaavoituksessa ja kaupungin rakennusmääräyksessä sekä erilaisten alaan liittyvien kokeilujen, pilottien ja innovaatioiden järjestäminen ja tukeminen.

Mitä enemmän toimenpiteitä Tampereen kaupunki sähköisen liikenteen edistämiseksi tekee, sitä suuremmat voidaan olettaa olevan sähköisen liikenteen vaikutukset. Sähköajoneuvot ovat tunnetusti hankintahinnoiltaan polttomoottoriajoneuvoja kalliimpia lähinnä akustojen kalliimpien hintojen vuoksi. Ne tarvitsevat myös kattavan latausverkoston, minkä rakentamisesta aiheutuu kustannuksia kaupungille. Sähköajoneuvojen käyttö- ja huoltokustannukset ovat kuitenkin merkittävästi polttomoottoriajoneuvoja alhaisemmat, minkä vuoksi ne maksavat pitkässä juoksussa takaisin korkeamman hankintahintansa ja alkavat tuottaa omistajalleen säästöä. Hankintahinnan erotuksen takaisinmaksuaika on kuitenkin ajoneuvon nykyhintatasolla melko pitkä, keskimäärin vähintään 7 vuotta.

Kaupunkien näkökulmasta sähköinen liikenne tarjoaa kustannussäästöjen lisäksi monia muitakin hyötyjä. Näistä merkittävimpiä ovat sähköisen liikenteen ympäristövaikutukset. Sähköinen liikenne vähentää liikenteestä syntyviä päästöjä, millä on suora vaikutus ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin. Lisäksi ne alentavat liikennemelun tasoa kaupunkialueella moottorimelun puuttumisen vuoksi, mikä tekee kaupunkialueista viihtyisämpiä. Tämä voidaan myös tulevaisuudessa ottaa huomioon kaupunkisuunnittelussa. Sähköinen liikenne voi lisäksi nousta merkittäväksi alueelliseksi työllistäjäksi, sillä osaamista tarvitaan mm. ajoneuvokomponenttien ja latauspisteteknologian kehittämisessä.

Vaikka sähköiseen liikenteeseen liittyy vielä monia epävarmuustekijöitä lähinnä teknologian näkökulmasta, vaikuttaa niiden tulevaisuus valoisalta. Koska etenkin sähköajoneuvojen akkuteknologian odotetaan edelleen kehittyvän (seurauksena paremmat ajoneuvojen toimintasäteet ja alhaisemmat hinnat), voidaan sähköisen liikenteen ennustaa lähtevän lähivuosina merkittävään kasvuun myös Suomessa. Tampereen kaupunki voi parhaiten hyötyä tästä kehityksestä lähtemällä mukaan sähköisen liikenteen edistämiseen aikaisessa vaihteessa.

ALKUSANAT

Tämä työ on osa Tampereen kaupungin sähköisen liikenteen strategian luomista. Työ on jatkoa vuoden 2013 lopulla tehdylle taustaselvitykselle, jossa selvitettiin sähköisen liikenteen toimintaympäristöä ja hahmoteltiin alustavia toimintarooleja Tampereen kaupungille sekä niiden mukaisia sähköajoneuvojen yleistymisskenaarioita.

Tässä työssä tarkennettiin roolivaihtoehtojen sisältöä ja arvioita sähköajoneuvojen määrän kehityksestä Tampereella kunkin roolin mukaisten toimenpiteiden seurauksena. Työn päätarkoitus oli tuottaa vertailukelpoista tietoa sähköajoneuvojen erilaisista vaikutuksista, jotta Tampereen kaupungin päätöksentekijöillä olisi mahdollisuus tehdä strategisia linjauksia sähköisen liikenteen kehittämisen suhteen.

Työ tehtiin Ramboll Finland Oy:ssä, jossa työn toteutuksesta vastasi DI Pekka Stenman. Lisäksi työhön ovat osallistuneet TkK Timo Hänninen, KTM FM Sini Kahilaniemi ja DI Aki Lumiaho. Tampereen kaupungin yhteyshenkilönä ja työn ohjaajana toimi liikenneinsinööri Mika Kulmala. Lisäksi työn ohjausryhmään ovat osallistuneet:

- Mika Periviita, Tampereen kaupunki
- Jari Jokinen, Tampereen kaupunki
- Pauli Välimäki, Tampereen kaupunki
- Risto Laaksonen, Tampereen kaupunki
- Heikki Karsimus, Teknologiateollisuus ry
- Mika Pekkinen, Tampereen Sähkölaitos
- Jouni Kumanto, Tampereen Infra
- Jukka Lintusaari, Tampereen yliopisto
- Pertti Järventausta, Tampereen teknillinen yliopisto
- Joni Markkula, Tampereen teknillinen yliopisto
- Jouni Wallander, Tampereen teknillinen yliopisto
- Lasse Nykänen, Tampereen teknillinen yliopisto
- Paula Hakola, Hermia Group
- Ville Luotonen, Hermia Group
- Erno Holmberg, Ekokumppanit Oy
- Tami Koivuniemi, Finnpark Oy
- Sami Huvinen, Finnpark Oy

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Sisältö ja rajaukset	1
2.	Vaikutusten arviointi	3
2.1	Kustannusvaikutukset	3
2.1.1	Ajoneuvojen hankintakustannukset	3
2.1.2	Infrakustannukset	3
2.1.3	Käyttökustannukset	4
2.1.4	Verotus	5
2.1.5	Ajoneuvojen huoltokustannukset	5
2.1.6	Ajoneuvojen vakuutukset	6
2.2	Ympäristövaikutukset	6
2.2.1	Päästöt	6
2.2.2	Melu	7
2.3	Energian kulutus ja vaikutukset sähkönjakeluverkkoon	8
2.4	Vaikutukset kaupunki- ja yhdyskuntasuunnitteluun	8
2.5	Sosiaaliset vaikutukset	8
2.6	Liiketoimintavaikutukset	9
3.	Toimenpiteet sähköisen liikenteen edistämiseksi	10
3.1	Ajoneuvojen hankinta	10
3.1.1	Henkilö- ja pakettiautot	10
3.1.2	Joukkoliikenne	11
3.2	Latausinfraan rakentaminen	12
3.3	Kaavoitus ja rakennusmääräykset	12
3.4	Kaupungin tarjoamat edut sähköautoille	13
3.5	Yritysten kannustaminen ja yhteistyömahdollisuudet	13
3.6	Kokeilut, tutkimushankkeet ja innovointi	14
4.	Rooli 1 – Kehityksen seurailija	15
4.1	Kuvaus, toimenpiteet ja aikajana	15
4.2	Vaikutukset	16
5.	Rooli 2 – Toimiva toteuttaja	20
5.1	Kuvaus, toimenpiteet ja aikajana	20
5.2	Vaikutukset	21
6.	Rooli 3 – Esimerkillinen vaikuttaja	25
6.1	Kuvaus, toimenpiteet ja aikajana	25
6.2	Vaikutukset	26
7.	Rooli 4 – Valtakunnallinen suunnannäyttäjä	30
7.1	Kuvaus, toimenpiteet ja aikajana	30
7.2	Vaikutukset	31
8.	Roolien vertailu	35
8.1	Ajoneuvo- ja latauspistemäärät	35
8.2	Roolien kustannukset kaupungille	35
8.2.1	Ajoneuvokustannukset	35
8.2.2	Infrakustannukset	37
8.3	Roolien päästövaikutukset	38
9.	Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet	40
	Lähteet	44
	Liite 1: Sähköajoneuvojen päästölaskelmat	46

1. JOHDANTO

1.1 Tausta

Tampereen kaupunki etsii jatkuvasti keinoja päästöjen vähentämiseen ja viihtyisemmän kaupunkiympäristön luomiseen. Lisäpainetta päästövähennyksille tulee sekä kansalliselta että EU:n tasolta. Kaupungin tavoitteena onkin päästöjen vähentäminen, liikennejärjestelmän uudistaminen sekä puitteiden tarjoaminen paikalliselle alan yritystoiminnan kehittämiseksi. Nämä tavoitteet näkyvät vahvasti myös Tampereen vuoden 2025 kaupunkistrategiassa, jossa on nostettu esille mm. älykäs ja kestävä liikenne sekä tiivis, vihreä ja vähähiilinen yhdyskuntarakenne. [1]

Tampereen liikennemäärät kasvavat voimakkaasti muuttovoittoisessa ja vilkkaassa kaupungissa, eikä henkilöautojen määrän kasvulle ole näkyvissä taitetta. Samalla pitäisi kuitenkin parantaa liikenteen sujuvuutta ja vähentää liikenteen päästöjä (mm. 17 % hiilidioksidipäästöjä vuoteen 2017 mennessä) [1]. Liikenteen sähköistyminen on todettu potentiaaliseksi vaihtoehdoksi päästöjen vähentämisessä. Tampereen kaupunki onkin laatimassa sähköisen liikenteen strategiaa, jossa selvitetään sähköisen liikenteen kehitysvaihtoehdot ja näiden vaikutuksen Tampereen kaupungille eri näkökulmista. Sähköisen liikenteen strategia on yksi osa Tampereen kaupunkistrategian jalkauttamista ja toimeenpanoa.

Vaikka hintaa ja toimintamatkaa pidetään kriittisenä tekijänä sähköajoneuvojen lisääntymisessä, voidaan niiden yleistymistä pyrkiä edistämään erilaisin toimenpitein. Näitä ovat muun muassa sähköajoneuvojen latauspisteiden rakennuttaminen ja sähköautoilijoille myönnettävät etuudet kuten pysäköintietu. Tampere voi kaupunkina näyttää asukkaalleen esimerkkiä sähköistämällä omaa ajoneuvokantaansa. Panostukset sähköiseen liikenteeseen tukevat myös alueen alan liittyvän liiketoiminnan syntymistä ja kasvua.

Perinteisten polttomoottorikäyttöisten ajoneuvojen korvaaminen sähköajoneuvoilla ei yksin riitä kaupungin tavoitteiden saavuttamiseksi, mutta niillä on selkeä vaikutus liikenteestä aiheutuvien lähipäästöjen ja melun määrään. Kokonaisvaikutus riippuu oleellisesti sähköisten ajoneuvojen osuudesta koko ajoneuvomäärästä.

1.2 Sisältö ja rajaukset

Tämä työ on osa Tampereen kaupungin sähköisen liikenteen strategian luomista. Työ on jatkoa taustaselvitykselle, joka laadittiin loppuvuodesta 2013. Työn keskiössä ovat taustaselvityksessä tunnistetut neljä roolivaihtoehtoa, joiden pohjalta Tampereen kaupungin sähköisen liikenteen strategiaa luodaan. Työn tavoitteena on tarkentaa näitä rooleja sekä vertailla eri roolien vaikutuksia mm. kustannusten ja ympäristövaikutusten näkökulmasta.

Tampereen kaupungin sähköisen liikenteen strategia keskittyy ennen kaikkea henkilöautoliikenteeseen, jonka lisäksi tarkastelussa huomioidaan jossain määrin myös joukkoliikenne. Tavaraliikenteen puolelta huomioidaan pakettiautot, mutta ei muuta raskasta liikennettä. Strategiassa huomioidaan myös suppeasti sähköiset polku- ja moottoripyörät sekä mopot. Sen sijaan Tampereelle suunnitellun raitiovaunuliikenteen suunnitelmatyöt toteutetaan erikseen, eivätkä siis kuulu tämän työn piiriin. Myöskään sähköisiä työkoneita ja erikoisajoneuvoja ei huomioida tässä työssä, vaikka niissä onkin huomattavaa potentiaalia.

Tämä raportti koostuu seuraavista kokonaisuuksista:

1. Luvussa 2 esitellään työssä arvioitavat sähköisen liikenteen vaikutukset. Luvun tavoitteena on arvioida, missä määrin sähköinen liikenne vaikuttaa esim. liikenteen päästöihin perinteiseen bensiini- ja dieselikäyttöiseen liikenteeseen verrattuna. Luvun tuloksia käytetään työn myöhemmässä vaiheessa apuna eri roolivaihtoehtojen vertailussa.
2. Luvussa 3 esitellään toimenpiteitä, joilla Tampereen kaupunki voisi edistää sähköisen liikenteen kehittymistä. Näitä ovat mm. erilaiset kannustimet sekä kaupungin omat ajoneuvohankinnat.

3. Luvut 4, 5, 6, ja 7 käsittelevät Tampereen kaupungin eri roolivaihtoehtoja. Luvuissa kuvataan tarkasti kullekin roolille määritellyt toimenpiteet sähköisen liikenteen osalta sekä määritellään aikataulu toimenpiteiden suorittamiselle. Lisäksi luvuissa arvioidaan kunkin roolin kokonaisvaikutukset roolien vertailun mahdollistamiseksi.
4. Luvun 8 tarkoituksena on vertailla eri roolien vaikutuksia keskenään, jotta kaupungin päättäjien olisi mahdollisimman helppo arvioida eri roolivaihtoehtojen hyötyjä, haittoja, kannattavuutta ja mielekkyyttä. Tämän tiedon perusteella kaupungin tulee valita sähköisen liikenteen strategian pääsuuntaviivat ja panostusten taso.
5. Luku 9 sisältää työn yhteenvedon sekä esittää sähköisen liikenteen strategian tulevat vaiheet.

2. VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

Tässä kappaleessa esitellään sähköisen liikenteen lisääntymisen vaikutukset viiden eri päävaikutuslajin avulla. Lisäksi tässä kappaleessa esitetään menetelmät, joiden avulla vaikutuksia arvioidaan. Näitä esiteltäviä vaikutuksia ja menetelmiä käytetään roolien arviointiin ja vertailuun luvuissa 4–7.

2.1 Kustannusvaikutukset

2.1.1 Ajoneuvojen hankintakustannukset

Sähköajoneuvot ovat nykyisin hankintahinnaltaan kalliimpia verrattaessa vastaaviin perinteisiin vaihtoehtoihin. Mallikohtaiset erot voivat kuitenkin olla kymmeniä tuhansia euroja. Sähköautojen hinnat tulevat kuitenkin tulevaisuudessa mm. akkujen halventumisen myötä todennäköisesti laskemaan. Tässä työssä käytetään seuraavia ajoneuvojen hankintahintoja:

- Sähköhenkilöauto: 35 000 € (tavallinen 20 000 €)
- Sähköpakettiauto: 55 000 € (tavallinen 40 000 €)
- Sähkölinja-auto: 500 000 € (tavallinen 250 000 €)
- Sähkömoottoripyörä 18 500 €
- Sähköpolkupyörä: 1 000 € (tavallinen 400 €)

Täyssähköauton hinnaksi on tässä työssä otettu uuden Nissan Leafin hintaa (alk. 35 918 €) hieman alempi hinta, sillä Leafin hinta on jo nykyisin varsin kilpailukykyinen uusien polttomoottoriautojen hintaan verrattuna. On myös oletettavaa, että sähköautojen hinnat tulevat tulevaisuudessa jonkin verran putoamaan akkuteknologian kehittymisen ja kilpailun lisääntymisen myötä. Sähköpakettiauton hinta on arvio, sillä niitä ei vielä tällä hetkellä ole vielä myynnissä Suomessa eikä juuri muuallakaan maailmalla. [2]

Normaalin kaksinivelisen dieselkäyttöisen linja-auton hinta on n. 250 000 € [3]. Sähköbussien hinnan arvioidaan yleisesti olevan noin kaksinkertainen tavalliseen dieselbussiin verrattuna. Kooltaan ja matkustajakapasiteetiltaan pienempiä sähköbusseja saa tosin halvemmallakin, arviolta n. 350 000 € hintaan [4]. Akuston vaatiman tilan vuoksi myös suurempien sähköbussien matkustajakapasiteetti on n. 10 paikkaa pienempi riippuen vertailtavasta dieselkäyttöisestä linja-autosta.

Perusmallista polttomoottorikäyttöistä moottoripyörää vastaavan sähkömoottoripyörän Brammo Enpulsen hinta on tällä hetkellä n. 18 500 € [5]. Hyvin perusmallisen sähköavusteisen polkupyörän hinta taas on n. 800 € [6], mutta laadukkaammat mallit ovat helposti 2–3 kertaa kalliimpia. Tässä työssä onkin käytetty hieman perusmallia korkeampaa hintaa.

2.1.2 Infrakustannukset

Sähköajoneuvojen käyttö edellyttää, että niitä voidaan ladata riittävän monessa paikassa. Yksityisessä käytössä olevalle sähköhenkilöautolle saattaa riittää auton lataaminen ainoastaan kotona. Sen sijaan työkäytössä olevia ajoneuvoja saatetaan joutua lataamaan useammankin kerran päivän aikana riippuen päivittäisestä ajosuoritteesta. Latauspisteitä on sijoitettava paitsi työpaikkojen yhteyteen, myös riittävän tiheästi muualle kaupunkialueelle, jotta autoille saadaan tarvittaessa virtaa. Työpaikkojen ohella tärkeitä kohteita ovat esim. palvelukeskittymät, kauppakeskukset, pysäköintilaitokset, joukkoliikenneasemat sekä taksitolpat.

Sähköauton latauspisteen hintaan vaikuttaa ennen kaikkea latauspisteen antoteho – mitä tehokkaampi latauspiste, sitä kalliimpi se on rakentaa. Rakentamisen hintaan vaikuttaa lisäksi oleellisesti se, rakennetaanko latauspiste uuteen vai vanhaan kohteeseen, sillä vanhaan kohteeseen rakennettaessa joudutaan yleensä kaivamaan auki olemassa olevia rakenteita. Tässä työssä käytetään seuraavia hintoja sähköajoneuvon latauspisteille:

- Seinäasenteinen julkinen latauspiste, keskinopea lataus (4–24 h): 2 000 €
- Pylväsmallinen julkinen latauspiste, keskinopea lataus (4–24 h): 5 000 €
- Pylväsmallinen julkinen latauspiste, nopea lataus (1–2 h): 25 000 €
- Pikalatausasema (15–30 min): 60 000 €

Luvut perustuvat Ensto Finland Oy:n latauspistetuotteiden hintoihin ilman arvonlisäveroa [7]. Näihin hintoihin on lisätty rakentamiskustannuksia n. 25 % latauspisteen hinnasta sekä pikalatausaseman kustannuksiin sähköliittymän hinta, joka on arviolta 10 000–15 000 €.

Sähköbussien lataamiseen on olemassa erilaisia tapoja. Perinteisen sähköjohdon välityksellä tehtävän latauksen lisäksi bussien lataukseen on kehitetty mm. induktiivinen lataus sekä bussin ja bussipysäkin välillä tapahtuva lataus aina, kun bussi pysähtyy pysäkillä. Kullakin lataustekniikalla on omat etunsa, mutta luonnollisesti myös erilaiset rakentamiskustannukset. Tässä työssä sähköbussin latauspisteen hintana käytetään tavallisen pikalatauspisteen hintaa (60 000 €), sillä se on teholuokaltaan riittävä myös sähköbussien yön yli -lataukseen.

Useimmissa sähköavusteisissa polkupyörämalleissa on irrotettavat akut, joten ne voidaan ladata esim. sisätiloissa. Tietyissä tilanteissa, esim. ostostenteon yhteydessä, akun irrottaminen ja lataaminen ei ole käytännön syistä mahdollista. Tällaisia tilanteita varten kaupungin voi olla perusteltua tarjota sähköpistokkein varustettuja pyörätelineitä, joista pyöräilijä voi ladata polkupyöränsä. Suomalainen Elpac Oy myy kaksipaikkaista pistokkeellista Ion-polkupyörätelinettä n. 400–500 €/kpl (alv 0 %) tilausmäärästä riippuen [8]. Itse telineen lisäksi sen pystyttämisestä ja sähköistämisestä aiheutuu kustannuksia. Näiden kustannusten määrä per pyöräteline on sitä alhaisempi, mitä useampi teline asennetaan samalla kertaa. Rakentamiskustannusten määrää on täten hyvin vaikea arvioida, mutta tässä työssä oletetaan niiden olevan saman verran kuin itse pyöräteline maksaa. Työssä arvioidaan kaksipaikkaisen pistokkeellisen pyörätelineen hinnaksi 1000 € arvonlisäveroineen ja rakentamiskustannuksineen.

Sähköajoneuvojen latauspisteiden rakentamiseen voi vielä tällä hetkellä saada tukea työ- ja elinkeinoministeriön kautta. Tuki kattaa 35 % latauspisteiden hankinta- ja rakentamiskustannuksista. [2] Tässä työssä latauspisteiden hankinta- ja rakentamiskustannukset on laskettu täysimääräisinä, mutta todellisuudessa Tampereen kaupungin on siis mahdollista säästää kustannuksissa huomattavia summia, mikäli se ryhtyy toimiin ajoissa.

2.1.3 Käyttökustannukset

Sähköajoneuvojen käyttökustannukset syntyvät niiden akkujen lataamisesta. Yhden latauksen hinta voidaan laskea kun tiedetään ladattavan akuston kapasiteetti ja energian hinta. Alla olevaan taulukkoon 1 on laskettu eri sähköajoneuvojen kertalatausten hinnat olettaen, että akku on täysin tyhjä kun lataus alkaa ja se ladataan täyteen kapasiteettiinsa. Energian hintana on käytetty Tampereen Sähkölaitoksen taloussähkön hintaa 6,91 snt/kWh ja siirtomaksun hintaa 4,96 snt/kWh eli yhteishintaa 11,87 snt/kWh. Lisäksi on huomioitava lataustapahtuman (laturi + akku) hyötysuhde, jonka arvioidaan olevan 0,81 [9]. Hyötysuhde on todennäköisesti erilainen eri ajoneuvoilla, mutta vertailtavuuden vuoksi tässä työssä on käytetty samaa hyötysuhdetta kaikkien ajoneuvojen kohdalla.

Taulukko 1: Sähköajoneuvojen latauksien hinnat.

	Sähköhenkilöauto	Sähköpakettiauto	Sähköbussi	Sähkömoottori-pyörä	Sähköpolkupyörä
	<i>Nissan Leaf</i>	<i>Mercedes Benz E-CELL</i>	<i>Ebusco YTP-1</i>	<i>Brammo Empulse</i>	<i>Tunturi Forte Premium</i>
Akuston kapasiteetti	24 kWh [10]	36 kWh [11]	242 kWh [12]	10,2 kWh [13]	0,24 kWh [14]
Yhden latauksen hinta	3,52 €	5,28 €	35,46 €	1,49 €	0,035 €

Esim. Vito E-CELL -pakettiauton käyttökustannukset ovat selkeästi alhaisemmat kuin perinteisen dieselkäyttöiseen Vito-pakettiautolla. Kun Vito E-CELL kulkee n. 130 km yhdellä latauksella [11] eli n. 5,28 eurolla, maksaa dieselkäyttöisellä Vitolla saman matkan kulkeminen n. 14,63 € (käytämällä dieselin hintana 1,50 €/l ja Viton keskikulutusta 7,5 l/100 km [15]). Saman matkan kulkeminen olisi sähkökäyttöisellä Vitolla näin ollen arviolta 9,35 € halvempaa kuin dieselkäyttöisellä Vitolla. Bensiinillä ajaminen on luonnollisesti vielä dieseliäkin kalliimpaa.

2.1.4 Verotus

Autojen verotus koostuu Suomessa autoverosta, joka maksetaan uuden auton oston yhteydessä sekä vuosittain maksettavista perusverosta ja käyttövoimaverosta. Perusvero määräytyy uusilla autoilla CO₂-päästöjen perusteella. Sähköautoilla, joiden CO₂-päästöt ovat (sähkön tuotantotapa unohtaen) nolla, on perusveron vuosittainen määrä 43,07 €. Käyttövoimaveroa maksetaan autoista, joiden käyttövoimana on muu kuin bensiini, eli myös sähköautoista. [16] Esim. Nissan Leafin (kokonaispaino 1 965 kg) vuosittainen käyttövoimaveron on Trafin autoverolaskurin mukaan 109,50 € eli Leafin kokonaisajoneuvovero on 152,57 €. Vertailun vuoksi mainittakoon, että esim. uuden bensiinikäyttöisen Nissan Qashqain (CO₂-päästöt 149 g/km, kokonaispaino 1 830 kg) kokonaisautovero on Trafin laskurin mukaan 133,23 € eli lähes 20 € vähemmän kuin sähköautolla. [17] Ajoneuvoveron osalta sähköhenkilöautot tulevat siis vuosittain hieman bensiinikäyttöisiä autoja kalliimmiksi tällä hetkellä.

Pakettiautojen kohdalla tilanne on hieman toinen. Esim. dieselkäyttöisen Mercedes Benz Viton (kokonaispaino 3 050 kg, CO₂-päästöt n. 195 g/km [15]) vuosittaiset ajoneuvoverot ovat Trafin laskurin mukaan 306,24 €, kun taas sähkökäyttöisen Vito E-CELL:n (kokonaispaino 3 050 kg [11]) ajoneuvovero on laskurin mukaan 144,91 €. Pakettiautojen kohdalla sähkökäyttöiset autot ovat siis verotukseltaan yli puolet halvempia dieselkäyttöisiin verrattuna. Suurilla ajoneuvomäärillä verotuksen ero alkaa muodostaa merkittävän summan vuosittain.

2.1.5 Ajoneuvojen huoltokustannukset

Täyssähköautojen huoltokustannuksia pidetään yleisesti polttomoottoriautojen huoltokustannuksia alhaisempina, sillä sähköautossa on vähemmän kuluvia osia. Sähköauto ei myöskään tarvitse öljyä, öljynsuodattimia, ilmansuodatinta jne. Jarrutusenergiaa talteen ottavat järjestelmät pidentävät myös jarrujen käyttöikä. [18] Sähköautojen todellisista huoltokustannuksista Suomen olosuhteissa ei ole vielä saatavilla tietoa, jotta sähköautojen huollon säästövaikutuksia voitaisiin täysin tarkasti laskea. Kuitenkin Itävallan Postin kokemusten mukaan sähköautojen huoltokustannukset ovat vuositasona n. 40 % polttomoottoriautoja pienemmät [19]. Liikenneviraston julkaisussa *Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2010* on todettu henkilöautojen huolto-, korjaus- ja rengaskustannusten olevan n. 3,39 snt/km ja pakettiautojen 4,07 snt/km (vuoden 2009 hintataso) [20]. Tampereen Kaupunkiliikenne Liikelaitoksen mukaan dieselbussien huolto, siivous- ja rahastuslaitteet ovat kaupunkiajossa n. 0,30 €/km [21]. Nämä lähteet yhdistämällä voidaan arvioida, että sähköhenkilöautojen huoltokustannukset ovat n. 2,03 snt/km ja sähköpakettiautojen n. 2,44 snt/km. Koska sähköbusseilla on oletettavasti suurin piirtein yhtä suuret rahoituslaitte- ja siivouskulut kuin tavallisilla busseilla, on laskennallisesti saatava sähköbussien 40 % pienempi huoltokustannus 18 snt/km pyöristetty tässä työssä arvoon 20 snt/km.

Sähköautojen huollon säästöt suhteessa polttomoottoriautoihin ovat kuitenkin vain osa totuutta, sillä sähköautojen akut menettävät kapasiteettiaan niiden ikääntyessä. Akkujen kapasiteettiin vaikuttaa oleellisesti niiden käyttötapa eli mm. latauskertojen tiheys sekä ajotavat. Jossain kohtaa sähköauton akusto menettää kapasiteettistaan niin suuren osan, että sen käyttö ei enää ole mielekäästä. Tällöin auton omistajan on käytännössä vaihdettava auton akusto uuteen, mistä aiheutuu tämän hetken akkujen hinnoilla 10 000–15 000 euron kustannukset. Akkujen hintojen ennustetaan kuitenkin putoavan merkittävästi vielä tämän vuosikymmenen aikana [22], joten akuston vaihdon ollessa relevantti, voidaan akkupaketin hinnan arvioida olevan henkilöautolla (Nissan Leaf) n. 7 200 € ja pakettiautolla (Vito E-Cell) 10 800 €.

Sähköautojen akkujen arvioidaan säilyttävän hyödyllisen kapasiteetin vähintään 150 000 km ajan, mutta todellista dataa akkujen kapasiteetin säilyvyydestä on vielä hyvin vähän. Osviittaa antaa kuitenkin se, että Nissan Leaf -täyssähköauton akustolle annetaan 5 vuoden tai 100 000 km takuu, joka korvaa auton akuston, jos sen kapasiteetti laskee tuona aikana alle 75 %:iin täydestä [10]. Ladattavien hybridien akustot sen sijaan kestävät täyssähköautojen akustoja paremmin, eikä niitä normaalisti tarvitse vaihtaa auton eliniän aikana. Oletettavaa on, että akkuteknologian kehittyminen kasvattaa akkujen käyttöikää tulevaisuudessa, tosin kovin merkittäviä parannuksia ei tällä hetkellä ole näköpiirissä.

Myös sähköbussien akustot joudutaan uusimaan tietyn käyttöiän jälkeen. Sähköbussilla akuston uusimisesta aiheutuu merkittävä kustannus, koska akuston hinta on korkea (tällä hetkellä arviolta 150 000–300 000 € [22]). Akuston uusiutumista kompensoi kuitenkin sähköbussien merkittävästi alhaisemmat käyttökustannukset dieselkäyttöisiin busseihin verrattuna. Lisäksi, jos akkujen hinnat putoavat sille tasolle tämän vuosikymmenen aikana kuin on ennustettu [22], on Ebuscon kokoluokan sähköbussin akuston hinta enää n. 72 600 € vuonna 2020. Koska ensimmäiset akkuvaihdot tulisivat kaupungilla todennäköisesti ajankohtaiseksi hieman ennen vuotta 2020, on tässä työssä käytetty uuden akkupaketin hintana 75 000 euroa.

2.1.6 Ajoneuvojen vakuutukset

Sähköautojen vakuutuksen hinta vaihtelee osalla vakuutusyhtiöistä riippuen siitä, onko auto täyssähköinen vai ei. Esim. OP-Pohjolan vakuutuslaskurin mukaan Nissan Leafin kokoisen ja tehoisen täyssähköauton vakuutuksen hinta on muutamia kymmeniä euroja halvempi kuin vastaavan kokoisen ja tehoisen polttomoottoriauton hinta (erotus riippuu hieman vertailtavan polttomoottoriauton moottorin iskutilavuudesta). Alennus tulee sekä ajoneuvon liikennevakuutukseen että kaskoon. Sen sijaan LähiTapiolalla muutos vaikuttaisi olevan päinvastainen eli Nissan Leafin vakuutus on joitakin kymmeniä euroja kalliimpi kuin vastaavan kokoisen ja tehoisen polttomoottori-Nissanin vakuutus. Huomionarvoista on se, että LähiTapiolallakin Leafin liikennevakuutus on samaa tasoa tai jopa halvempi kuin polttomoottoriautolla (riippuu vertailuautosta), mutta sen kasko on selvästi polttomoottoriautoa kalliimpi.

Sähköpakettiautoille ei sen sijaan ole vielä kummallakaan vakuutusyhtiöllä mahdollisuutta laskea vakuutuksen hintaa. Pakettiautojen vakuutuksen hinta ei muutenkaan vaikuttaisi olevan sidoksissa niiden käyttövoimaan eikä edes malliin, vaan ennen kaikkea niiden painoon ja moottorin tilavuuteen. Tällöin sähköpakettiauton vakuutuksen hinnan voidaan olettaa olevan saman kuin vastaavan kokoisella ja tehoisella polttomoottoriautolla.

2.2 Ympäristövaikutukset

2.2.1 Päästöt

Tieliikenne tuottaa eniten päästöjä kaikista liikennemuodoista. Syntyvien päästöjen määrään vaikuttavat moottorin tyyppin ohella lähinnä ajotavat sekä ajoneuvon kuormausaste. Tieliikenteen merkittävimmät päästölajit ovat hiilidioksidi (CO_2), hiilimonoksidi eli häkä (CO), hiilivedyt (HC), typen oksidit (NO_x) sekä hiukkaset (PM). Lisäksi tieliikenne tuottaa mm. rikkidioksidi- ja metaanipäästöjä sekä pieniä määriä muita päästöjä. [23] Rikkidioksidipäästöt ovat nykyhenkilöautoilla erittäin alhaiset (alle 0,001 g/km), joten niiden huomioimiselle päästölaskelmissa ei ole nykypäivänä todellista tarvetta. Myös muut päästömääriltään vähäiset tai terveyden ja ilmaston kannalta vähemmän merkittävät päästöt on jätetty tässä työssä huomioimatta.

Tieliikenteen pakokaasut ovat yhteydessä ilmanlaadun kautta erilaisiin terveyshaittoihin ja ympäristövaikutuksiin. Päästöistä hiilimonoksidin on todettu mm. vaikuttavan keskushermoston toimintaan ja alentamaan keskittymiskykyä, minkä lisäksi se voi suurina pitoisuuksina johtaa jopa kuolemaan. Hiilivedyt puolestaan jakautuvat kevyisiin ja raskaisiin yhdisteisiin. Kevyiden yhdisteiden vaikutukset ovat lieviä (silmien ja hengityselinten ärsytys), mutta raskaat yhdisteet voivat olla hyvinkin haitallisia, jopa karsinogeenisia. Typen oksidit puolestaan vaikuttavat lähinnä hengityselimiin aiheuttaen limakalvomuutoksia ja hengitysvaikeuksia sekä herkistävät virus- ja infek-

tiosairauksille. Myös hiukkaset vaikuttavat silmiä ja hengitystä ärsyttäen. Tämän lisäksi pitkäaikaisena altistuksena ne ovat karsinogeenisia. [23]

Taulukkoon 2 on kirjattu LIPASTO-päästölaskentajärjestelmän mukaiset yksikköpäästöt eri ajoneuvoille. Näiden arvojen avulla voidaan arvioida, minkä verran sähköajoneuvot vähentäisivät liikennepäästöjä Tampereen alueella. Pakettiautojen päästöjen arvioinnissa käytetään kaupunkiajoon ja 50 % kuormausasteeseen perustuvia päästölukuja. Kaupunkilinja-autojen päästömääriä arvioidaan puolestaan arvoilla, jotka vastaavat tilannetta, jossa linja-autossa on 18 matkustajaa.

Taulukko 2: LIPASTO-järjestelmän yksikköpäästöt (g/km) eri ajoneuvoille vuonna 2011 [24].

	CO ₂	CO	HC	NO _x	PM
Henkilöauto, bensiini	167	2,0	0,17	0,33	0,0033
Henkilöauto, diesel	160	0,12	0,17	0,53	0,029
Pakettiauto (50 % kuorma), diesel	266	0,67	0,17	1,1	0,12
Kaupunkilinja-auto (18 matk.), diesel	1039	1,0	0,17	9,0	0,19
Moottoripyörä, 4-tahti bensiini	67	2,0	0,3	0,15	0,17

Taulukosta 2 huomataan, että bensiinikäyttöiset henkilöautot tuottavat enemmän hiilimonoksidipäästöjä kuin dieselikäyttöiset henkilöautot. Toisaalta dieselhenkilöautot tuottavat enemmän typen oksidi- ja hiukkaspäästöjä kuin bensiinikäyttöiset henkilöautot. Taulukosta huomataan myös, että dieselikäyttöiset pakettiautot tuottavat huomattavasti enemmän hiilidioksidin, typen oksidi- ja hiukkaspäästöjä kuin henkilöautot. Kaupunkilinja-autot ovat puolestaan merkittävin typen oksidien ja hiukkasten päästölähde.

2.2.2 Melu

Melulla tarkoitetaan ääntä, joka rasittaa tai vahingoittaa elimistöä fyysisesti tai psyykkisesti. Äänen kokeminen meluksi riippuu yksilöstä ja tilanteesta [23]. Melun raja-arvoksi on kuitenkin laisaa määritelty kaupunkialueella ulkona päiväsaikaan (klo 7–22) 55 dB ja yöaikaan (klo 22–7) 50 dB. Sisätiloissa vastaavat raja-arvot ovat 35 dB ja 30 dB asuinalueilla sekä 45 dB liike- ja toimistohuoneissa. [25]

Yksittäinen polttomoottorilla toimiva henkilöauto synnyttää kaupunkialueella n. 70–90 dB melua. Tieliikenteen melu koostuu ajoneuvomelusta ja vierintämelusta. Ajoneuvomeluun lasketaan voimansiirron, jarrujen ja renkaiden synnyttämä melu ja vierintämeluun ilmanvastuksesta sekä tien ja renkaan välisestä kosketuksesta syntyvä melu. Moottorimelu on hallitsevin melutyyppi alhaisilla nopeuksilla (alle 50 km/h) eli mm. taajamissa. Kovemmilla nopeuksilla renkaiden ja korin aiheuttama melu ylittää moottorin synnyttämän melun tason. [23] Sähköajoneuvojen melutaso on moottorityypistä johtuen polttomoottorilla toimivia ajoneuvoja matalampi nimenomaan alhaisilla nopeuksilla, ja mitä alempi ajonopeus, sitä hiljaisempia sähköajoneuvot ovat. Vauhdin kasvaessa lisääntyy myös sähköautojen tuottaman rengasmelun määrä samassa suhteessa polttomoottorilla toimivien ajoneuvojen kanssa. Muita melun voimakkuuden vaikuttavia tekijöitä ovat:

- ajonopeus,
- kiihdytysten ja jarrutusten määrä,
- tien kaarteisuus,
- päällystetyyppi,
- renkaiden tyyppi, kuviointi ja materiaali,
- ajokeli ja
- ympäröivän maaston pintamateriaali ja muoto. [23]

Vaikka myös melulle on laskettu yksikkökustannus, olisi melutason alenemisen tuomat säästöt erittäin vaikea laskea. Lähtötiedoiksi tarvittaisiin mm. Tampereen melulle altistuvien ihmisten määrä sekä laskennat siitä, minkä verran melutaso todellisuudessa laskisi sähköajoneuvojen myötä. Monimutkaisuudesta johtuen melutason alentumista ei ole tässä työssä laskettu rahaksi.

2.3 Energian kulutus ja vaikutukset sähköjakeluverkkoon

Sähkökäyttöisen henkilöautot kuluttavat energiaa keskimäärin n. 0,2 kWh yhdellä kilometrillä [26]. Vastaavasti bensiinikäyttöiset henkilöautot kuluttivat energiaa vuonna 2011 keskimäärin 0,7 kWh/km ja dieselkäyttöiset henkilöautot 0,65 kWh/km [24]. Pakettiautopuolella Mercedes Vito E-CELL kuluttaa laskennallisesti n. 0,28 kWh kilometriä kohden kun taas dieselkäyttöinen pakettiauto kuluttaa keskimäärin 1,1 kWh energiaa kilometrillä [11][24]. Sähköautot kuluttavat energiaa siis henkilöautopuolella noin kolmanneksen ja pakettiautopuolella noin neljänneksen polttomoottoriautoihin verrattuna.

Sähköautojen tarvitsema energia varastoidaan niiden akustoihin, joita ladataan yleisestä sähköverkosta saatavalla sähköllä. Sähköautojen lataaminen luonnollisesti lisää sähkön kulutusta sitä enemmän, mitä enemmän sähköautoja on olemassa. Sähköautojen lisääntyminen aiheuttaakin haasteita sähkön tuotannolle. On arvioitu, että sähköautojen lataus keskittyisi ilta-aikaan, jolloin sähkön kulutus on jo muutenkin korkealla tasolla. Suurin haaste onkin varmistaa energian riittävyys näinä suuren kysynnän aikoina. Pitkällä aikajänteellä ratkaisuksi on käytännössä kaksi vaihtoehtoa: rakentaa lisää sähköntuotantolaitoksia tai tasoittaa sähköverkon kuormitusta pidemmälle aikavälille. [26] Lyhyemmällä aikajänteellä sähkönsiirtokapasiteetin suhteen ei ole kuitenkaan Tampereen kaupunkialueella näköpiirissä suuria ongelmia, vaan nykyinen sähkönsiirtokapasiteetti muuntajineen ja siirtoverkkoineen kykenee pääsääntöisesti vastaanottamaan sähkökäyttöisten ajoneuvojen tuoman sähkön kulutuksen lisäyksen. Pienjänniteverkolla saattaa kuitenkin tulla jonkin verran ylikuormitusongelmia etenkin tiheään asutuilla alueilla. Näihin voidaan reagoida muuntajia uusimalla sekä sähköverkkoa paikallisesti vahvistamalla. [9]

Sähköverkot saattavat tulevaisuudessa toimia hyvin eri tavalla kuin nykyisin. Ns. älykäs sähköverkko voisi paitsi tarjota sähköä eri tarpeisiin, myös vastaanottaa sitä ulkoisista energiavaroista, kuten sähköajoneuvojen akuista. Tästä olisi hyötyä sekä sähköverkkoyhtiölle että sähköauton omistajalle. Sähköverkkoyhtiö voisi hyödyntää sähköautojen akkuihin varastoitua sähköä kulutuspiikkien hallinnassa. Sähköauton omistaja puolestaan voisi ladata autonsa akkuja halvimpaan aikaan sekä myydä auton akkuun varastoitua energiaa takaisin verkkoyhtiölle. [9][26]

2.4 Vaikutukset kaupunki- ja yhdyskuntasuunnitteluun

Sähköinen liikenne voi vaikuttaa kaupunkisuunnitteluun. Vaikutuksen määrä riippuu siitä, miten keskeisesti sähköinen liikenne halutaan suunnittelussa huomioida. Esim. uudet asuinalueet voidaan suunnitella sähköinen liikenne edellä, jolloin sähköajoneuvojen latausinfra on keskeinen osa katukuvaa. Suunnittelun yhtenä uutena elementtinä voisi olla esim. yhteiskäyttöinen lataus- ja pysäköintialue, jolloin pysäköintitilaa säästetään muualta. Lisäksi sähköinen joukkoliikenne ja sähköinen kevyt liikenne asettavat omat vaatimuksensa latausinfraan sijoittelulle.

Sähköisten polkupyörien lataus vaatii polkupyörien latauspisteiden rakentamista keskeisille sijainneille kaupunkialueella. Jos sähköistä pyöräilyä halutaan merkittävästi edistää kaupunkialueella, tulee pyöräilyn mahdollisuudet huomioida yleisesti myös osana liikennejärjestelmää ja liikennesuunnittelua.

Sähköajoneuvojen alhaisempi melutaso kaupunkinopeuksilla tuo uusia mahdollisuuksia kaupunkisuunnitteluun. Kaupunkialueiden viihtyisyyttä on mahdollista parantaa ilman, että autoilu kielletään kaupunkialueella kokonaan. Esim. virkistysalueiden houkuttelevuutta voidaan parantaa rajaamalla niitä ympäröivät kadut vain sähköautojen käyttöön.

2.5 Sosiaaliset vaikutukset

Sähköautoilun sosiaalisista vaikutuksista tärkeimpänä voidaan pitää vaikutuksia liikkumisen kokonaiskuvaan. Sähköiset ajoneuvot voivat tehdä liikenteestä ympäristöystävällisempää ja viihtyisämpää. Sähköavusteiset polkupyörät voivat parhaassa tapauksessa kasvattaa polkupyöräilyn osuutta suhteessa muihin kulkutapoihin. Lisäksi sähköiset yhteiskäyttöiset ajoneuvot voivat luoda Suomeen kokonaan uuden toimintakentän liiketoimintamalleineen ja vähentää ihmisten riippuvuutta omasta autosta.

Kaupungin näkökulmasta edellä mainittuja hyötyjä voidaan hyödyntää osana kaupungin imagoa. Sähköautoilun hyviä puolia markkinoimalla kaupunki voi profiloitua puhtaana liikenteen kannattajaksi ja siten saada positiivista näkyvyyttä. Puhdas, ilmanlaadultaan hyvä ja hiljainen kaupunkiympäristö houkuttaa ihmisiä viihtymään kaupungin keskustassa aiempaa enemmän.

2.6 Liiketoimintavaikutukset

Sähköinen liikenne on kokonaisuudessaan alkutekijöissä oleva toimiala. Esim. akkuteknologiassa on vielä merkittävästi kehittämistarpeita, jotta akkujen hinta-laatusuhdetta saadaan ylöspäin. Toisaalta kaikki autovalmistajat eivät ole vielä lähteneet kehittämään sähköautoja, joten tulevaisuudessa on tilaa myös uusille sähköautojen komponenttivalmistajille. Tuskin olemme myöskään saavuttaneet kaikkea latausteknologian kehityksessä saati lataustapahtumien järjestämisessä. Sähköinen liikenne tarjoaa siis monenlaisia uusia liiketoimintamahdollisuuksia eri alojen edustajille tulevaisuudessa.

Liiketoiminnan ja elinkeinoelämän näkökulmasta sähköautoilla ei ole pelkästään positiivinen vaikutus. Monet nykyiset polttomoottoriajoneuvojen komponenttivalmistajat joutuvat sopeutumaan teknologian muuttumiseen. Vastaavasti myös perinteiset öljy-yhtiöt joutuvat muuttamaan tuotevalikoimaansa tulevaisuutta silmällä pitäen. On kuitenkin hyvin todennäköistä, että öljy-yhtiöt tulevat kärsimään sähköajoneuvojen yleistymisestä etenkin pitkällä aikavälillä.

Koska sähköajoneuvojen puhtaus on täysin riippuvaista sähkön tuotantotavasta, on ennakoitavissa, että fossiilisia polttoaineita hyödyntävät sähköntuotantolaitokset joutuvat pitkän ajan kuluessa siirtymään kohti uusiutuvien energiamuotojen hyödyntämistä. Tämä tulee näkymään paitsi tuotantolaitosten modernisointeina, myös vanhimpien laitosten alasajoina. On kuitenkin todennäköistä, että tämän muutoksen aikajänne on erittäin pitkä, jopa kymmeniä vuosia.

3. TOIMENPITEET SÄHKÖISEN LIIKENTEEN EDISTÄMISEKSI

3.1 Ajoneuvojen hankinta

3.1.1 Henkilö- ja pakettiautot

Selkeä kaupungin tehtävissä oleva toimenpide sähköisen liikenteen edistämiseksi on ajoneuvojen hankinta eli Tampereen kaupungin omistamien polttomoottorilla toimivien ajoneuvojen korvaaminen sähköllä toimivilla ajoneuvoilla. Kun kaupunki sähköistää ajoneuvokantaansa, se näyttää samalla esimerkkiä yrityksille ja ennen kaikkea yksityisautoilijoille puhtaamman liikenteen suosimisessa. Lisäksi sähköajoneuvot luovat edelläkävijän imagoa kaupungille sekä osoittavat konkreettisesti kaupungin halua vaikuttaa liikenteen päästöihin.

Sähköautojen yleistymisen kannalta on erittäin merkittävä, että ne yleistyvät katukuvassa, minkä jälkeen myös useammat yksityishenkilöt uskaltavat hankkia sähköauton. Niitä pidetään edelleen hieman erikoisina ajoneuvoina, eikä tarpeeksi voimakasta edelläkävijyyttä voida olettaa syntyvän yksityisten autoilijoiden joukosta kovin nopealla aikataululla. Lisäksi yhtä kaupungin ajoneuvoa käyttää usein useampi henkilö, jolloin useat henkilöt saavat käyttökokemuksen sähköajoneuvosta, mikä on erittäin painava tekijä omaa sähköajoneuvoa hankittaessa.

Tampereen kaupungin omistuksessa on n. 180 henkilöautoa. Näiden keski-ikä on 3,7 vuotta. Henkilöautojen yleisimmät mallit ovat Toyota Yaris, Nissan Micra ja Citroën Berlingo. Lisäksi kaupungilla on n. 170 pakettiautoa, joiden keski-ikä on n. 5,3 vuotta. Näistä suurin osa on Ford Transiteja. Luvuissa ei ole mukana Pirkanmaan pelastuslaitoksen ajoneuvoja. Suurin henkilöautojen käyttäjä on *sosiaali- ja terveystoiminta*. Pakettiautoja on runsaasti *Tampereen Vera Oy:llä* sekä *Tampereen Infralla*. Tampereen kaupungilla on jo 10 Toyota Yaris Hybrid -henkilöautoa, mutta täyssähköautoja tai plug-in-hybridiautoja kaupungilla ei ole. Tampereen Sähkölaitos on hankkinut yhden sähköajoneuvon (Opel Ampera), mutta se on sähkölaitoksen itse hankkima, joten Sähkölaitos vastaa myös itse auton ylläpidosta ja hallinnasta. Tampereen kaupungilla on tällä hetkellä käytössä myös kaksi pormestarien edustusautoa, mutta määrä on laskemassa yhteen ajoneuvoon. [27]

Taulukko 3: Eniten autoja käyttävät Tampereen kaupungin liikelaitokset, yhtiöt ja yksiköt [27].

Henkilöautot	Pakettiautot
Sosiaali- ja terveystoiminta	Tampereen Infra
Tampereen Infra	- Kunnossapitopalvelut
- Liikennepalvelut	- Suunnittelupalvelut
- Kunnossapitopalvelut	Tampereen Sähkölaitos Oy
- Suunnittelupalvelut	- Tampereen Vera Oy
Tampereen Sähkölaitos Oy	- Tampereen Kaukolämpö Oy
• Tampereen Vera Oy	- Tampereen Energiantuotanto Oy
• Tampereen Energiantuotanto Oy	Tampereen Vesi
Tampereen Vesi	Tampereen Tilakeskus
Tampereen Tilakeskus	

Tampereen kaupungin ajoneuvoista vastaa Tampereen Infran liikennepalvelut. Ajoneuvojen hankinta tapahtuu keskitetysti Tampereen Logistiikan kilpailuttamana. Ajoneuvot ostetaan kaupungille, joka vuokraa ajoneuvon sitä tarvitsevalle yksikölle, esim. Sosiaali- ja terveystoiminnalle. Kukin yksikkö maksaa ajoneuvosta kaupungille vuokraa, joka sisältää kaikki ajoneuvosta aiheutuvat kustannukset paitsi polttoaineen. Sähköautojen hankinnalle ei ole kilpailullisia esteitä korkeasta hankintahinnasta huolimatta, sillä bensa- ja dieselkäyttöisillä ajoneuvoilla ei päästä esimerkiksi yhtä alhaisiin päästövaatimuksiin. Ennen hankinnan käynnistämistä Tampereen Infran liikennepalvelut keskustelevat hankinnasta sen yksikön kanssa, jonka käyttöön ajoneuvo hankittaisiin. [27]

Tampereen Infran liikennepalvelut huoltavat ajoneuvot itse, mutta sähköautojen osalta huoltoihin ei vielä ole vaadittavia pätevyyskysymyksiä. Huoltotoihin vaadittavien pätevyyskysymyksiä hankkimiseksi on kuitenkin saatavilla koulutuksia, joiden avulla myös sähköautojen huollot voidaan hoitaa itse. Alle kymmenen sähköajoneuvon vuoksi pätevyyskysymyksiä hankinta ei ole kannattavaa, mutta mikäli kaupungin omistamien sähköajoneuvojen lukumäärä kasvaa, on kokonaisuuden kannalta selkeää, että myös sähköajoneuvojen huolto voidaan suorittaa itse. [27]

Ajoneuvoa käyttävän yksikön tarpeet voivat vaihdella hyvinkin paljon. Osalla ei ole erityistarpeita tai ne liittyvät vain tavarankuljetuskapasiteettiin. Toisaalta esim. Tampereen Vera Oy tarvitsee osaan autoistaan nelivedon hankalan maaston vuoksi. Sosiaali- ja terveystieteiden puolesta perustelevat, että potilasturvallisuuden vuoksi sähköautot eivät ole heidän tarpeisiinsa sopivia. Sosiaali- ja terveystieteillä on kuitenkin myös hyvin paljon rutiininomaista aikataulutettua hoitopalvelua, jossa sähköajoneuvo ei vaaranna potilasturvallisuutta. [27]

Tampereen kaupungilta löytyy siis useampia potentiaalisia yksiköitä, joille sähköauto olisi varteenotettava vaihtoehto. Yksiköiden ajoneuvovaatimukset tulee kuitenkin katsoa yksitellen sitä mukaa, kun uusia ajoneuvoja hankitaan tai vanhaa kalustoa uusitaan. Henkilöautoja tarkasteltaessa jo nykyisestä Tampereen kaupungin ajoneuvokalustosta osa voisi olla sähköautoja, jos sähköautoihin olisi löytynyt halukkuutta. Aikataulullisia haasteita sähköajoneuvojen hankinta ei aseta, sillä kaupungin ei ole syytä sähköistää ajoneuvokalustoa normaalia kaluston uudistamiskierrota nopeammin. Tampereen henkilöautojen keski-ikä ollessa n. 4 vuotta autoja vaihdetaan uusiin laskennallisesti hieman yli 20 kappaletta vuosittain. Autoja ei kuitenkaan uudisteta tietyn pitäjän tai kilometrimäärän jälkeen, joten vuosittaiset uusien ajoneuvohankintojen määrät vaihtelevat. Lisäksi ajoneuvoja pyritään hankkimaan suuremmissa erissä. Esim. vuonna 2013 uusia henkilöautoja hankittiin 34 kappaletta, mikä on poikkeuksellisen suuri määrä ajoneuvohankintoja vuositasolla kaupungille. [27]

Yksi sähköautojen hankintaa hidastava tekijä on sähköauton korkeampi hankintahinta, joka tarkoittaa nykykäytännöllä korkeampaa kuukausimaksua autoa käyttävälle yksikölle. Yksikkö toki säästää polttoainelaskuissa, jotka eivät sisällä ajoneuvon kuukausivuokraan. Esimerkiksi sosiaali- ja terveystieteiden puolella muutamalla yksittäisellä ajoneuvolla ajetaan jopa n. 60 000 kilometriä vuodessa, jolloin polttoaineesästä tullaan syntyisi. [27] Polttoaineesästä eivät kuitenkaan vielä riitä kattamaan sähköauton nykytason mukaista korkeampaa hankintahintaa. Lisäksi nykyiset sähköajoneuvot eivät tarjoaisi aitoa vaihtoehtoa ajoneuvolle, jolla ajetaan niinkin paljon kuin 60 000 kilometriä vuodessa. Tästä syystä tulisi selvittää, voisiko kaupunki kompensoida yksiköilleen sähköajoneuvoista syntyviä lisäkustannuksia, jotta yksiköt olisivat halukkaita hankkimaan sähköajoneuvoja.

3.1.2 Joukkoliikenne

Joukkoliikenteen sähköistymistä voidaan parhaiten edistää suoraan ajoneuvohankintojen kautta. Kaluston tyypistä päättää viime kädessä liikennejärjestäjä, mutta kaupunki voi kannustaa vähäpäästöiseen liikenteeseen suosimalla sitä joukkoliikenteen kilpailutuksessa. Joukkoliikenteen käytössä olevan kaluston uusiutuessa vähenevät joukkoliikenteestä syntyvät päästöt.

Tällä hetkellä hybriditeknologia on täyssähköteknologiaa suotuisampaa kaupunkijoukkoliikenteessä, sillä bussien ajosuorite voi olla satojakin kilometrejä päivässä, joten täyssähköbussilla liikennöinti vaatisi bussin lataamisen useamman kerran päivän aikana. Ongelman ratkaisuksi on kehitetty mm. bussien lataamista bussipysäkkien yhteydessä sekä bussireitin päätepysäkeillä. Kaupungin tulisi harkita eri teknologiavaihtoehtoja ja mahdollisuuksien mukaan myös kokeilla sähköbussien soveltuvuutta joukkoliikenteeseen.

Kaupunkibussiliikenteen lisäksi sähköajoneuvoja voitaisiin hyödyntää raide- ja raitiotieliikenteen sekä jossain määrin myös runkobussiliikenteen syöttöliikenteessä. Esim. Tampereelle suunniteltavan raitiovaunun linjan käyttöastetta voitaisiin pyrkiä kasvattamaan siten, että sopivalla etäisyydellä raitiotieliikenteen pysäkeistä asuvat ihmiset kuljetettaisiin kotoa pysäkeille sähkökäyttöisten kuskittomien (=automaattisten) ajoneuvojen avulla. Tällä tavoin raitiotieliikenne kykenisi palvelemaan siis entistä laajempaa käyttäjämäärää, mikä vähentäisi yksityisautoilun tarvetta ja sitä

myöten myös liikenteen päästöjä ja ruuhkaisuutta. Järjestelmän avulla voidaan myös laajentaa joukkoliikenteen kattavuutta perinteisesti kannattamattomille alueille sekä houkutella joukkoliikenteen käyttäjiä entistä enemmän yli kuntarajojen.

Kuskittomien ajoneuvojen rinnalla tai sijasta voitaisiin toteuttaa myös sähköautoille soveltuvia liityntäpysäköintialueita. Liityntäpysäköinnin tulisi kuitenkin olla niin käyttäjän näkökulmasta niin houkuttelevaa, että se saisi autoilijat jättämään ajoneuvonsa liityntäpysäköintipaikalla perille asti ajamisen sijasta. Tämä edellyttää soveltuvien kannustimien käyttöönottoa myös liityntäpysäköintiin liittyen, kuten esim. ilmainen sähköauton lataus liityntäpysäköintipaikalla.

3.2 Latausinfra rakentaminen

Latausinfra rakentaminen on erittäin keskeisessä roolissa, kun puhutaan toimenpiteistä, joilla kaupungin on mahdollista kannustaa hankkimaan sähköajoneuvoja [2]. Vaikka suurin osa lataustapahtumista suoritetaan autonomistajan kotona, myös julkisia latauspisteitä tarvitaan. Tampereen kaupungin omistama pysäköintiyhtiö Finnpark on rakentanut muutamia latauspisteitä, mutta sähköautojen yleistyessä määrä on riittämätön.

Latauspisteitä voidaan rakentaa joko hidas-, nopea- tai pikalataukseen. Näistä vaihtoehtoista kaupungin on järkevintä rakentaa nopean latauksen latauspisteitä. Pikalatauspisteet on luonnollista sijoittaa huoltoasemien yhteyteen. Hidaslataus taas ei taas vastaa autoilijan tarpeita, kun tämä haluaa ladata autoaan muun asiointin yhteydessä. Autoilijoiden ei tarvitse saada autoaan ladattua täyteen, mutta latauksen tulee olla tarpeeksi tehokas, jotta autoilijat voivat luottaa siihen, että he voivat huoletta jatkaa matkaa asiointinsa jälkeen. Kaupungin on siis järkevä tarjota latausmahdollisuuksia keskusta-alueella asioiville henkilöille.

Latausinfra rakentaminen liityntäpysäköinnin yhteyteen on erittäin hyvä ratkaisu tukemaan päästötöntä liikennettä. Liityntäpysäköinti on yleisesti pitkäkestoista työpäivän kestävää pysäköintiä. Liityntäpysäköintiin saatetaan tulla kauempaakin, jolloin auton akusto olisi tärkeä saada pysäköinnin aikana ladattua lähes täyteen. Kahdeksan tunnin pysäköinnissä tähän riittäisi myös hidaslataus. Jotta liityntäpysäköinti olisi houkutteleva vaihtoehto myös lyhytkestoisempaan pysäköintiin, on kuitenkin kannattavampaa tarjota nopea lataus.

3.3 Kaavoitus ja rakennusmääräykset

Tampereen kaupungin rakentamista ohjataan ja säädellään kaupungin *rakennusjärjestyksen* avulla. Myös *maankäyttö- ja rakennuslaki* ja *-asetus* asettavat reunaehdot rakentamiselle. Lisäksi kaupunginosissa voidaan määrätä noudatettavaksi erillisiä *rakentamistapaohjeita*, joilla ohjataan kaupunginosien sisäistä rakentamista yhtenäiseen suuntaan. [28] Tulevaisuudessa kaupungin rakennusjärjestystä tai rakennustapaohjeita voitaisiin hyödyntää sähköautojen lataamiseen liittyvien vaatimusten asettamisessa esim. uudiskerrostalorakentamiseen liittyen. Rakennusjärjestyksessä voitaisiin esim. määrätä, että tietty osuus (esim. 1/10) kerrostalorakennusten yhteydessä toteutettavista autopaikoista on varustettava sähköautojen latauspisteellä. Hieman lievempänä muotona asuntoyhtiöt voitaisiin velvoittaa varautumaan asukkaiden mahdollisiin latauspistevaatimuksiin varmistamalla kiinteistön sähköliittymän riittävyys sähköautojen lataukseen jo rakennusvaiheessa. Sama vaatimus voidaan kirjata myös *tontinluovutusehtoihin*, jolloin vaatimus pätee ainoastaan ehdon alaisella tontilla.

Myös kaavoituksella voidaan pyrkiä vaikuttamaan sähköisen liikenteen lisääntymiseen, joskaan ei yhtä tehokkaasti kuin rakennusjärjestyksellä tai rakennustapaohjeilla. Kaavoituksella voidaan pyrkiä suunnittelemaan kaupunginosat siten, että sähköajoneuvoilla on niissä keskeinen osa. Käytännössä tämä voisi esim. pientaloalueella tarkoittaa yhteiskäyttöisiä pysäköinti- ja latausalueita tai sitä, että sähköautot ovat osa kaupunginosan sähköverkkoa esim. varavirtalähteen muodossa. Asuinalueet voivat toisaalta suosia myös esim. sähköautojen tai sähköpolkupyörien yhteiskäyttöä. Kaavoilla voidaan myös pyrkiä laatimaan asuinalueista paremmin sähköiselle joukkoliikenteelle sopivia (bussin latauspaikka, vähän pysähdyksiä jne.)

3.4 Kaupungin tarjoamat edut sähköautoille

Kaupungin tehokkain keino edistää sähköautoilua on niiden pysäköinnin ja/tai latauksen tukeminen. Näillä tukitoiminnoilla voidaan erityisesti parantaa sähköautoilun houkuttelevuutta perinteisillä polttoaineilla toimiviin autoihin verrattuna. Pysäköinnin ja latauksen tukeminen ei kuitenkaan yksistään ole tällä hetkellä tarpeeksi houkuttava kannustin sähköautojen määrän kasvattamiseksi, koska sähköautojen hankintahinta on vielä melko korkea. Tehokkain keino lisätä sähköautoilua onkin tarjota tukea sähköautojen hankintaan ja/tai latauspisteiden rakentamiseen. Tämä ns. investointituki on kuitenkin maailmalla yleisesti ollut valtioiden tarjoamaa kuntien sijasta. Kolmas keino edistää sähköautoilua on tarjota erilaisia kannustimia yrityksille, joista erityisesti jakelu- ja taksiliikenteessä on paljon potentiaalia sähköautomarkkinoiden näkökulmasta.

Pysäköinnin tukemiseen on kaksi eri vaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto on tarjota sähköautoille perinteisiä autoja edullisempaa pysäköintiä. Maailmalla on ollut hyvin yleistä tarjota sähköautoille ensivaiheessa täysin ilmaista pysäköintiä, ja kun ajoneuvokanta on kasvanut, muuttaa myös sähköautojen pysäköinti maksulliseksi. Samaa ideologiaa voitaisiin toteuttaa myös Tampereella. Tampereella voitaisiin kokeilla myös asukas- ja yrityspysäköintiin tarkoitettujen pysäköintitunnusten tarjoamista sähköautojen käyttäjille ilmaiseksi tai halvempaan hintaan. Toinen kannustinvaihtoehto on tarjota sähköautoille sijainnillisesti parempia pysäköintipaikkoja perinteisiin autoihin verrattuna. Kaupunkialueella voisi esim. olla pysäköintialueita, joissa pysäköinti olisi sallittu vain sähköautoilla. Sähköautojen pysäköintiruudut voitaisiin myös sijoittaa ns. parhaille paikoille isoilla pysäköintialueilla esim. pysäköintihalleissa ja kauppakeskusten yhteydessä.

Sähköautojen lataus on maailmalla usein yhdistetty pysäköintiin, jolloin molemmat ovat joko olleet ilmaisia tai niistä on verotettu yhteismaksu pysäköintiajan mukaan. Ilmainen lataus on yksi tehokkaimmista sähköautoilun kannustimista, sillä se tekee sähköautoista käyttömaksuiltaan merkittävästi perinteistä autoilua edullisempaa. Tampereella voitaisiin tunnistaa ilmaiseen lataukseen soveltuvia kohteita ja sitä kautta pyrkiä kannustamaan sähköautojen hankintaan. Kun ajoneuvokanta on kasvanut, voidaan lataus muuttaa maksulliseksi. Ilmaisen latauksen ohella voidaan tarjota myös maksullisia latauspaikkoja. Tällöin on tärkeää, että itse maksutapahtuma on mahdollisimman vaivaton, koska hankala maksutapahtuma saattaa ohjata sähköautoilijoita pysäköimään muualle sekä hidastaa sähköautoilun yleistymistä.

Yksi potentiaalisimmista sähköautojen käyttäjäryhmistä kaupungeissa on taksiautoilijat, joiden ajosta suurin osa tapahtuu kaupunkialueella ja joiden ajomatkat ovat useimmiten melko lyhyitä kerrallaan. Takseilla on päivän aikana useimmiten odotteluaikaa, jonka voisi hyödyntää sähköautojen lataamiseen. Koska kiireisinä aikoina taksit eivät juuri ehdi olla paikallaan, ovat plug-in-hybridit tällä hetkellä täyssähköautoja houkuttelevampi vaihtoehto taksikäyttöön. Ladattavien autojen käyttö taksiliikenteessä edellyttäisi latauspisteiden rakentamisen taksipisteiden yhteyteen. Taksirytyksiä voitaisiin kannustaa sähköautojen hankintaan tarjoamalla niille etuuksia perinteisiin takseihin nähden. Maailmalla taksiliikenteen sähköistymistä on edistetty tehokkaasti jonoetuuksilla esim. lentoasemilla. Vastaavanlaista voitaisiin kokeilla Tampereella esim. keskustorin tai rautatieaseman taksipisteiden yhteydessä.

Maailmalla on kokeiltu myös erilaisia jakeluliikenteen etuuksia, kuten ainoastaan sähköisten jakeluautojen käyttöön tarkoitettuja pysäköinti- ja purkupaikkoja. Toinen käytössä oleva keino on sallia jakeluautojen liikenne keskusta-alueella yöaikaan (esim. tiettyinä tunteina) ainoastaan hiljaisemmilla sähköisillä ajoneuvoilla. Vastaavia etuuksia voitaisiin kohdistaa myös esim. jäteautoille. Aihetta olisi syytä ainakin pilotoida käytännössä.

3.5 Yritysten kannustaminen ja yhteistyömahdollisuudet

Jotta sähköinen liikenne lähtisi kokonaisvaltaiseen kasvuun, tulisi yritykset saada lähtemään mukaan liikenteen sähköistämiseen. Yritysten joukossa on lukuisia sellaisia, jotka kykenisivät suorittamaan päivittäiset ajonsa hyvin pelkällä sähköllä. Paras keino vaikuttaa yritysten ajoneuvohankintoihin on järjestää erilaisia aiheeseen liittyviä tiedonlisäämistilaisuuksia. Etenkin koeajotilaisuuksilla voidaan pyrkiä vakuuttamaan yritykset sähköisen liikenteen eduista. Kaupunki voisi

myös miettiä, onko sillä mahdollisuuksia tarjota yrityksille jonkinlaisia kannustimia sähköisten ajoneuvojen hankintaan esim. yritysverotuksen kautta.

Kaupunki voi myös pyrkiä tekemään monenlaista yhteistyötä eri alaan liittyvien tahojen kanssa sähköisen liikenteen edistämiseksi. Kaupungin tulisi tutkia, voisiko se jollain tavalla nostaa sähköautojen houkuttelevuutta Suomessa yhdessä alan eri yritysten kanssa. Kaupungin rooli olisi todennäköisesti ennen kaikkea kannustava ja ohjaava. Osapuolet voivat hyötyä paitsi mahdollisesti, myös taloudellisesti esim. lisääntyneen sähköautomyyntin kautta. Potentiaalisina yhteistyötahoina voisivat olla ainakin:

- Autovalmistajat
- Automyyjät
- Leasing-yritykset
- Katsastusyrietykset
- Vakuutusyhtiöt
- Latauspistevalmistajat
- Kauppakeskukset
- Huoltoasemat

3.6 Kokeilut, tutkimushankkeet ja innovointi

Kannustimien, etuisuuksien ja investointien lisäksi sähköistä liikennettä voidaan edistää erilaisten kokeilu- ja pilotoitinhankkeiden avulla sekä tukemalla alaan liittyvää tutkimus- ja innovaatiotoimintaa. Tutkimuksessa ja innovoinneissa voidaan hyödyntää Tampereen korkeakoulujen osaamista. Kokeiluihin ja pilotoiteihin voidaan kannustaa laaja-alaisesti kotimaisia yrityksiä. Sähköisen liikenteen kokeiluja voitaisiin toteuttaa Tampereella ITS Factoryn (älyliikenteen innovaatio-, kokeilu- ja kehitysympäristö) toiminnan puitteissa. ITS Factory tarjoaa mahdollisuuden yhdistää sähköinen liikenne älyliikenteen kanssa, mikä luo mahdollisuuksia uusien innovaatioiden synnyttämiseksi. Myös Tampereen INKA-toiminnalla (TEM:n Innovatiiviset kaupungit -ohjelma) voidaan kannustaa uudentyypisiin sähköisen liikenteen kokeiluihin ja sitä kautta paitsi edistää sähköistä liikennettä, myös kehittää kotimaista sähköajoneuvo-osaamista. Lisäksi TIDE-hankkeen (Transport Innovation Deployment for Europe, EU:n 7. puiteohjelman kansainvälinen projekti) puitteissa voidaan järjestää latausliiketoimintaan liittyviä pilotteja.

Kaupungin tulee itse valita, missä laajuudessa se osallistuu kokeiluihin. Kaupunki voi halutessaan toimia passiivisesti tarjoamalla puitteet kokeiluille ITS Factoryn, TIDE:n ja INKA:n toimintojen alla. Toisessa ääripäässä kaupunki ehdottaa itse tarkoituksenmukaisimmiksi kokemiaan pilotteja yritysten ja tutkimuslaitosten kanssa yhteistyössä toteutettavaksi. Jälkimmäisessä tapauksessa kaupunki pääsee paremmin vaikuttamaan kokeilujen etenemiseen, mutta aktiivinen rooli edellyttää henkilöresurssien varaamista kokeilutoimintaan.

Kokeiluja voidaan toteuttaa niin yksityisautoiluun, julkiseen liikenteeseen, kaupunkilogistiikkaan kuin kevyeen liikenteeseen liittyen. Kokeiluihin voidaan ottaa mallia muualta maailmalta, sillä monissa maissa on jo järjestetty erilaisia kokeiluja sähköiseen liikenteeseen liittyen. Näistä suurin osa on kuitenkin toteutettu Suomen oloista hyvin paljon poikkeavissa ympäristöissä. Tampereella onkin mahdollisuus kokeilla erilaisten järjestelmien ja toimintamallien sopivuutta pohjoismaisiin olosuhteisiin ja samalla olla ensimmäisenä hyötymässä uusien teknologioiden ja toimintamallien tuomista hyödyistä ja mahdollisuuksista. Tampereella voitaisiin järjestää kokeiluja esim. seuraaviin sähköisen liikenteen alueisiin liittyen:

- sähköautojen yhteiskäyttö,
- sähköinen joukkoliikenne sekä joukkoliikenteen syöttöliikenne,
- sähköinen taksiliikenne,
- sähköinen jakeluliikenne,
- sähköiset kaupunkipolkupyörät,
- innovatiiviset lataustapahtumat,
- sähköautot osana rakennusten sähköjärjestelmää,
- jne.

4. ROOLI 1 – KEHITYKSEN SEURAILIJA

4.1 Kuvaus, toimenpiteet ja aikajana

Kehityksen seurailija -roolin ydinajatus on se, että Tampereen kaupunki ei ensi tilassa käytä resurssejaan sähköisen liikenteen kehittämiseen, vaan antaa sähköisen liikenteen kehittyä omalla painollaan. Kaupunki kuitenkin seuraa tilannetta aktiivisesti ja on valmis ryhtymään toimenpiteisiin tilanteen niin vaatiessa, esim. jos kansalliset velvoitteet infran rakentamisesta osoitetaan kaupunkien vastuulle. Liikenteen päästövähennyksiin pyritään ensisijaisesti panostamalla joukko-liikenteeseen, kävelyyn ja pyöräilyyn. [2]

Tässä roolissa Tampereen kaupunki ei tee aktiivisesti toimenpiteitä sähköisen liikenteen edistämiseksi. Tästä johtuen sähköinen liikenne lisääntyy Tampereen seudulla hitaasti lähinnä yritysten ja kaupunkilaisten hankintojen kautta. Kaupunkikin ottaa sähköisiä ajoneuvoja hyvin maltillisesti käyttönsä.

Kaupunki investoi itse sähköisiin ajoneuvoihin ja niiden latauspisteisiin seuraavasti:

- Kaupunki hankkii omaan käyttöönsä 7 sähköhenkilöautoa, 7 sähköpakettiautoa, 15 sähköpolkupyörää ja 5 sähköbussia vuoteen 2025 mennessä.
- Kaupunki rakentaa keskeisille omistamilleen kiinteistöille 15 erityyppistä sähköauton latauspistettä vuoteen 2025 mennessä. Hankinnoissa suositetaan hitaita latauspisteitä.
- Sähköbussien lataamiseen rakennetaan 7 tavallista johdollista latauspistettä, joista suurin osa rakennetaan TKL:n varikolle ja loput sähköbussien reittien päätepysäkeille.

Kaupungin investoinnit toteutetaan seuraavassa aikataulussa:



4.2 Vaikutukset

Tässä roolissa sähköisellä liikenteellä ei ole alkuvaiheessa merkittäviä vaikutuksia, vaan päästövähenemät ym. vaikutukset haetaan joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kautta. Sähköisen liikenteen arvioidaan lähtevän Tampereen seudulla parempaan kasvuun vasta vuoden 2020 jälkeen, mutta tällöinkin kasvu pysyy maltillisena maailmalla tapahtuvaan kehitykseen nähden. Pidemmällä aikavälillä sähköisen liikenteen lisääntyessä kasvavat myös sähköisen liikenteen vaikutukset. Seuraavassa on arvioitu sähköisen liikenteen vaikutuksia Tampereella vuoteen 2025 saakka, mikäli kaupunki toimii roolin mukaan passiivisesti sähköajoneuvosektorilla.

Ajoneuvokannan kehitys

Roolin 1 mukaiset vähäiset investoinnit kasvattavat ajoneuvokantaa hitaasti. Myös kannustimien ja etuuskien puuttuminen hidastaa sähköisen liikenteen kasvua. Roolin 1 toimenpiteiden arvioidaan kasvattavan sähköajoneuvojen määrää Tampereella seuraavasti (suluissa Tampereen kaupungin omistamat ajoneuvot):

Taulukko 4: Sähköajoneuvojen määrän arvioitu kehitys 2015–2025 roolilla 1.

Ajoneuvotyyppi	Määrä, kpl		
	2015	2020	2025
Sähköhenkilöautot	16 (1)	55 (5)	207 (7)
Sähköpakettiautot	7 (2)	15 (5)	27 (7)
Sähköpolkupyörät	20 (5)	35 (10)	65 (15)
Sähköbussit	1 (1)	4 (3)	10 (5)
Sähkömoottoripyörät ja mopot	5	15	25

Päästövaikutukset

Sähköajoneuvojen määrien ja luvussa 2.2.1 esitettyjen liikennepäästöjen yksikköarvojen perusteella voidaan laskea arvio liikenteen päästöjen kokonaisvähenemästä kilometriä kohden grammoina (liite 1). Laskennoissa oletetaan, että sähköajoneuvojen päästöt ovat nolla, eli että sähköajoneuvojen käyttämä sähkö tuotetaan täysin puhtaasti. Todellisuudessa tilanne ei useimmiten ole näin, vaan sähkön tuotannosta aiheutuu hiilidioksidipäästöjä. Sähkön tuotantotapa onkin merkittävin tekijä sähköautoilun kokonaispäästöjä arvioitaessa. Mitä puhtaampi on sähkön tuotantotapa, sitä puhtaampaa on myös sähköllä liikkuminen.

Kokonaispäästövähennykset tonneina saadaan kertomalla kilometrikohtaiset päästölukemat kokonaisajokilometrimäärällä. Esim. jos vuonna 2025 henkilöautot (207 kpl) ajaisivat Tampereella keskimäärin kukin 15 000 km, pakettiautot (27 kpl) 20 000 km, bussit (10 kpl) 80 000 km ja moottoripyörät ja mopot (25 kpl) 5 000 km vuodessa, olisivat liikenteen päästövähennykset seuraavanlaiset:

Taulukko 5: Arvioidut kokonaispäästövähennykset roolin 1 mukaisilla toimenpiteillä vuonna 2025.

	Päästö	Vähennys, t		Päästö	Vähennys, t
Henkilöautot	CO ₂	514,18	Bussit	CO ₂	831,20
	CO	5,04		CO	0,80
	HC	0,11		HC	0,14
	NO _x	0,33		NO _x	7,20
	PM	0,02		PM	0,15
Pakettiautot	CO ₂	143,64	Moottoripyörät ja mopot	CO ₂	8,38
	CO	0,36		CO	0,25
	HC	0,09		HC	0,04
	NO _x	0,59		NO _x	0,02
	PM	0,06		PM	0,02

Roolin 1 mukainen sähköajoneuvojen määrän kehitys ei vaikuta Tampereen liikennepäästöjen vähenemiseen merkittävästi. Esim. Tampereen liikenteestä syntyvät hiilidioksidipäästöt olivat vuonna 2012 yhteensä 283 712,7 tonnia [29]. Prosentuaalisesti sähköisten henkilöautojen tuoma hiilidioksidipäästövähennys on edellä esitetyillä ajomäärillä siis 0,2 %:n luokkaa, ja kaikki kul-kumuodot yhteenlaskettunakin vain n. 0,5 %. Vastaavasti hiilimonoksidipäästöistä sähköiset ajoneuvot vähentäisivät alle 0,2 %, hiilivedyistä alle 0,1 %, typen oksideista n. 0,9 % ja hiukkasista alle 0,5 %.

Ajoneuvojen hankintakustannukset

Vaikka roolin 1 mukaan kaupunki itse investoi erittäin vähän sähköajoneuvojen hankintoihin, muodostuu hankinnoista pitkällä aikavälillä merkittävä menoerä. Roolin 1 suurin kustannuserä on sähköbussit, jotka muodostavat arvioilta lähes 80 % roolin ajoneuvojen hankintakustannuksista vuoteen 2025 mennessä.

Taulukko 6: Ajoneuvojen kumulatiiviset hankintakustannukset roolilla 1.

	2015	2020	2025
Sähköhenkilöautot	35 000 €	175 000 €	245 000 €
Sähköpakettiautot	110 000 €	275 000 €	385 000 €
Sähköbussit	500 000 €	1 500 000 €	2 500 000 €
Sähköpolkupyörät	5 000 €	10 000 €	15 000 €
Yhteensä:	650 000 €	1 960 000 €	3 145 000 €

Ajoneuvojen käyttö- ja huoltokustannukset

Jos roolin 1 ajoneuvot ajaisivat vuodessa saman määrän kuin yllä päästölaskelmien yhteydessä esitettiin, olisivat ajoneuvojen latauksista syntyvät vuosittaiset kokonaiskustannukset seuraavanlaiset:

Taulukko 7: Ajoneuvojen latauskustannukset roolilla 1 vuonna 2025.

	Sähköhenkilöauto	Sähköpakettiauto	Sähköbussi	Sähköpolkupyörä
	<i>Nissan Leaf</i>	<i>Mercedes Benz E-CELL</i>	<i>Ebusco YTP-1</i>	<i>Tunturi Forte Premium</i>
Ajo-km/vuosi	15 000	20 000	80 000	1 500
Toimintasäde yhdellä latauksella (maks.)	199 km	130 km	250 km	100 km
Latauksia/vuosi	~76	~154	320	15
Yhden latauksen hinta	3,52 €	5,28 €	35,46 €	0,035 €
Latauskustannukset per ajoneuvo/vuosi:	267,52 €	813,12 €	11 347,20 €	0,53 €
Kaupungin ajoneuvot 2025 (kpl)	7	7	5	15
Kustannukset kaupungille/vuosi	1 872,64 €	5 691,84 €	56 736,00 €	7,95 €

On huomattava, että laskelmat ovat hyvin teoreettiset lähinnä siitä syystä, että ajoneuvojen toimintasäde vaihtelee huomattavasti mm. ajotavan ja vuodenajan vaikutuksesta. Akkuja ei myöskään käytännössä koskaan ladata tyhjästä täyteen, joten kertalataus on yleensä halvempi, mutta latauksia tapahtuu useammin. Akut myös menettävät vuosien saatossa tehoaan, joten mitä vanhempi sähköauto on kyseessä, sitä lyhyempi on akun toimintasäde kertalatauksella.

Kyseisillä vuosittaisilla ajomäärillä on oletettavaa, että pienempien sähköautojen akustot kestävät kaupungin käytössä koko niiden elinajan, eli että akustoja ei tarvitse uusia sähköhenkilö- ja sähköpakettiautoille. Sen sijaan sähköbussien on vaihdettava niiden elinkaaren aikana ainakin kerran uusiin riippuen niiden käyttöajasta. Tässä työssä oletetaan, että yksi vaihtokerta riittää, koska akkuteknologia kehittyy jatkuvasti, mikä pidentää niiden elinikää. Sähköbussien akuston vaihtotarpeen lisäksi ajoneuvon huolloista aiheutuu kuluja. Roolin 1 mukaiset huoltokulut sekä akkujen vaihdosta syntyvät kulut ovat vuonna 2025 yhteensä arviolta seuraavat:

Taulukko 8: Roolin 1 huolto- ja akkukustannukset vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

	Sähköhenkilöauto	Sähköpakettiauto	Sähköbussi
Huoltokustannukset	2 130 €	3 420 €	80 000 €
Akuston vaihdot	-	-	375 000 €
YHTEENSÄ	2 130 €/v	3 420 €/v	455 000 €

Infrakustannukset

Roolissa 1 kaupunki rakentaa sähköajoneuvojen latauspisteitä vain omaan käyttöönsä. Latauspisteitä ei siis rakenneta esim. katujen varsille tai palvelukohteiden pysäköintipaikoille. Poikkeuksena ovat sähköpolkupyörien latauspisteet, jotka sijoitetaan keskeisille paikoille vapaaseen käyttöön. Sähköbussien latauspisteistä 2 sijoitetaan yhden ajolinjan kumpaankin päähän päivittäisen liikennöinnin varmistamiseksi. Kaupungin latauspisteinvestoinneista aiheutuu seuraavanlaisia kustannuksia vuoteen 2025 mennessä:

Taulukko 9: Latausinfran hankintakustannukset roolilla 1.

	Kpl	Hinta/kpl	Yhteensä
Polkupyöräpisteet (2 latauspistettä/kpl)	10	1 000 €	10 000 €
Seinäpisteet	10	2 000 €	20 000 €
Tolppapisteet, keskinopea	5	5 000 €	25 000 €
Bussipisteet	7	60 000 €	420 000 €

Kaupungin latauspisteiden hankinnasta syntyy roolissa 1 yhteensä 475 000 euron kustannukset, joista lähes 90 % syntyy bussien lataukseen tarkoitettujen tehokkaiden latauspisteiden hankinnoista.

Muut vaikutukset

Roolin 1 toimenpiteillä ei ole merkittävää vaikutusta liikkumisen kokonaiskuvaan. Joukkoliikenne ja pyöräily tosin todennäköisesti kehittyvät ja lisääntyvät, mutta tätä ei voida lukea yksin sähköisen liikenteen ansioksi. Yksityisautoilu säilyy yhä tärkeänä kulkutapana, ja koska autoista valtaosa toimii yhä polttomoottoreilla, ei ajoneuvoista syntyvä liikennemelu vähene merkittävästi. Tästä syystä myöskään kaupunkialueen viihtyisyys ei kohene oleellisesti. Kaupunki ei näin hyödy imagollisesti sähköautojen lisääntymisestä. Myöskään sähköiseen liikenteeseen liittyvän liiketönnän ei ennakoida oleellisesti lisääntyvän Tampereen alueella.

5. ROOLI 2 – TOIMIVA TOTEUTTAJA

5.1 Kuvaus, toimenpiteet ja aikajana

Toimiva toteuttaja -roolissa Tampereen kaupunki edistää sähköistä liikennettä pienin, mutta kuitenkin merkittävin toimenpitein. Kaupunki paitsi itse maltillisesti investoi sähköiseen liikenteeseen ajoneuvohankintojen ja latausinfraan rakentamisen kautta, myös tukee muulla tavoin sähköisen liikenteen kehittymistä. Täten kaupunki profiloituu myönteiseksi tekijäksi sähköautosektorilla. [2]

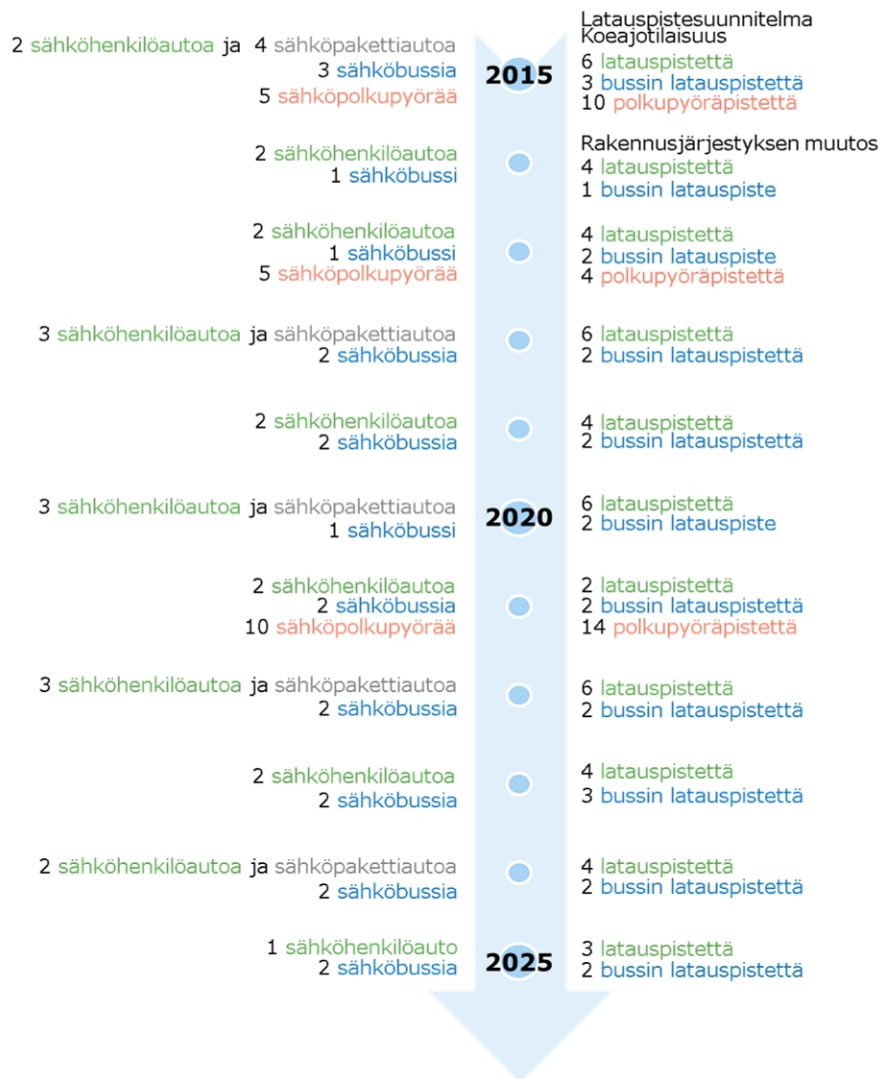
Tässä roolissa kaupunki keskittyy ensisijaisesti lisäämään yritysten ja yksityishenkilöiden käytössä olevien sähköajoneuvojen määrää seuraavin toimenpitein:

- Laaditaan suunnitelma kaupungin sähköautojen latausverkostosta sisältäen latauspisteiden sijainnin, tyyppin ja myös lataustapahtuman suunnittelun. Lataustapahtuman suunnittelussa hyödynnetään TIDE-hankkeen tuloksia. Latausverkoston rakentamiselle laaditaan myös aikataulu ja sitä sitoudutaan noudattamaan. Lisäksi valitaan latauspisteiden toimittaja sekä hankitaan latauspisteiden rakentamiselle rahoitus.
- Tampereen kaupungin uudisrakentamisessa huomioidaan sähköautojen lataustarpeet. Kaupungin rakennusjärjestykseen lisätään vaatimus sähköautojen latauksen mahdollistamisesta asuin-, palvelu- ja liikekiinteistöjen yhteydessä. Lisäksi laaditaan ohje, miten sähköautojen lataus voidaan toteuttaa mahdollisimman kustannustehokkaasti olemassa oleviin rakennuksiin.
- Kannustetaan merkittäviä palvelukeskittymiä (kauppakeskukset ym.) rakentamaan sähköautojen latauspisteitä omistamilleen kiinteistöille.
- Kannustetaan yrityksiä hankkimaan sähköajoneuvoja omaan käyttöönsä (esim. taksit, jakeluliikenne, kiinteistönvälittäjät jne.).
- Järjestetään koeajotilaisuuksia kansalaisille ja yrityksille yhdessä sähköautojen myyjien/maahantuojien kanssa.

Lisäksi kaupunki investoi itse sähköajoneuvoihin ja latauspisteisiin seuraavasti:

- Kaupunki hankkii omaan käyttöönsä 25 sähköhenkilöautoa, 15 sähköpakettiautoa, 20 sähköpolkupyörää ja 20 sähköbussia vuoteen 2025 mennessä. Sähköpolkupyöristä osa on yleisessä käytössä olevia kaupunkipolkupyöriä.
- Kaupunki rakentaa omistamilleen kiinteistöille 50 erilaista sähköautojen latauspistettä vuoteen 2025 mennessä.
- Sähköbussuja varten rakennetaan yhteensä 23 latauspistettä TKL:n varikolle sekä tietyille sähköbussilla liikennöitävien linjojen päätepysäkeille.
- Sähköpolkupyöriä varten hankitaan 14 kpl kaksipaikkaisia lataustelineitä eli yhteensä 28 latauspistettä.

Kaupungin toimenpiteet toteutetaan seuraavassa aikataulussa:



5.2 Vaikutukset

Koska tämän roolin mukaiset toimenpiteet sähköisen liikenteen edistämiseksi ovat vielä varsin maltillisia, ovat sähköisen liikenteen vaikutukset alkuvaiheessa myös pienet. Ajan myötä, kun sähköinen liikenne lähtee nopeampaan kasvuun, lisääntyvät myös vaikutukset. Suurin osa vaikutuksista syntyy yritysten ja kuntalaisten ajoneuvohankintojen kautta kaupungin omien hankintojen ollessa suhteellisen vähäisiä.

Ajoneuvokannan kehitys

Roolin 2 toimenpiteet edistävät sähköistä liikennettä maltillisesti, mutta tämän hetken kehitykseen nähden kuitenkin kohtalaisen hyvin. Myös roolissa 2 etuuksien ja kannustimien puute yhdessä suhteellisen vähäisten investointien kanssa hidastavat sähköisen liikenteen kasvua, mutta toisaalta roolin mukaiset toimenpiteet selkeästi käynnistävät sähköisen liikenteen kehittymisen Tampereen seudulla. Roolin 2 toimenpiteiden arvioidaan vaikuttavan sähköisten ajoneuvojen määrän kehittymiseen seuraavasti (suluissa Tampereen kaupungin omistamat ajoneuvot):

Taulukko 10: Sähköajoneuvojen määrän arvioitu kehitys 2015–2025 roolilla 2.

Ajoneuvotyyppi	Määrä, kpl		
	2015	2020	2025
Sähköhenkilöautot	23 (3)	95 (15)	325 (25)
Sähköpakettiautot	11 (4)	30 (10)	55 (15)
Sähköpolkupyörät	30 (5)	45 (10)	95 (20)
Sähköbussit	4 (3)	15 (10)	30 (20)
Sähkömoottoripyörät ja -mopot	5	20	35

Päästövaikutukset

Vuonna 2025 roolin 2 mukaiset kokonaispäästövähennykset saadaan kertomalla kilometrikohtaiset päästömäärät kunkin ajoneuvotyypin vuosittaisella ajomäärällä. Laskennassa on käytetty samoja kilometrimääriä kuin roolissa 1 (henkilöauto 15 000 km, pakettiauto 20 000 km, linja-auto 80 000 km ja moottoripyörät ja mopot 5 000 km).

Taulukko 11: Arvioidut kokonaispäästövähennykset roolin 2 mukaisilla toimenpiteillä vuonna 2025.

	Päästö	Vähennys, t		Päästö	Vähennys, t
Henkilöautot	CO ₂	807,30	Bussit	CO ₂	2493,60
	CO	7,92		CO	2,40
	HC	0,83		HC	0,41
	NO _x	1,80		NO _x	21,60
	PM	0,03		PM	0,46
Pakettiautot	CO ₂	292,60	Moottoripyörät ja mopot	CO ₂	11,73
	CO	0,74		CO	0,35
	HC	0,19		HC	0,05
	NO _x	1,21		NO _x	0,03
	PM	0,13		PM	0,03

Prosentuaalisesti nämä vastaisivat Tampereella seuraavanlaisia liikenteen päästövähennyksiä: hiilidioksidi n. 1,2 %, hiilimonoksidi n. 0,3 %, hiilivedyt n. 0,4 %, typen oksidit n. 2,7 % ja hiukkaset n. 1,2 %. Roolin 2 päästövähennykset ovat suuremmat kuin roolilla 1, vaikkakin kokonaisuudessa ne ovat yhä melko vähäiset.

Ajoneuvojen hankintakustannukset

Kaupungin investoinnit ajoneuvoihin ovat roolissa 2 roolia 1 suuremmat, mutta yhä varsin maltilliset. Sähköbussien hankintakustannukset muodostavat yli 85 % kokonaishankintakustannuksista. Sähköhenkilöautojen ja sähköpakettiautojen investointikustannukset ovat kuitenkin jo yli kaksinkertaiset rooliin 1 verrattuna.

Taulukko 12: Ajoneuvojen kumulatiiviset hankintakustannukset roolilla 2.

	2015	2020	2025
Sähköhenkilöautot	105 000 €	525 000 €	875 000 €
Sähköpakettiautot	220 000 €	550 000 €	825 000 €
Sähköbussit	1 500 000 €	5 000 000 €	10 000 000 €
Sähköpolkupyörät	5 000 €	10 000 €	20 000 €
Yhteensä:	1 830 000 €	6 085 000 €	11 720 000 €

Ajoneuvojen käyttö- ja huoltokustannukset

Jos roolin 2 ajoneuvot ajaisivat vuodessa saman määrän kuin aiemmin esitettiin (henkilöauto 15 000 km, pakettiauto 20 000 km, linja-auto 80 000 km ja sähköpolkupyörä 1 500 km), olisivat ajoneuvojen latauksista syntyvät vuosittaiset kokonaiskustannukset seuraavanlaiset:

Taulukko 13: Ajoneuvojen latauskustannukset roolilla 2 vuonna 2025.

	Sähköhenkilöauto	Sähköpakettiauto	Sähköbussi	Sähköpolkupyörä
Latauskustannukset per ajoneuvo/vuosi:	267,52 €	813,12 €	11 347,20 €	0,53 €
Kaupungin ajoneuvot 2025 (kpl)	25	15	20	20
Kustannukset kaupungille/vuosi	6 688,00 €	12 196,80 €	226 944,00 €	10,60 €

Roolin 2 mukaiset huoltokulut sekä akkujen vaihdosta syntyvät kulut ovat vuonna 2025 yhteensä arviolta seuraavat:

Taulukko 14: Roolin 2 huolto- ja akkukustannukset vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

	Sähköhenkilöauto	Sähköpakettiauto	Sähköbussi
Huoltokustannukset	7 610 €	7 320 €	320 000 €
Akuston vaihdot	-	-	1 500 000 €
YHTEENSÄ	7 610 €/v	7 320 €/v	1 820 000 €

Infrakustannukset

Rooli 2 eroaa roolista 1 latausinfran rakentamisen kohdalla siten, että roolissa 2 kaupunki rakentaa omalla kustannuksellaan sähköautojen latauspisteitä myös yksityishenkilöiden tarpeita varten. Yksityishenkilöiden latauspisteet sijoitetaan keskeisten palvelupisteiden pysäköintialueille. Näissä käytetään latauspisteinä nopeaan (1–2 h) lataukseen kykeneviä tolppamallisia ratkaisuja. Lisäksi kaupunki rakentaa suuremman määrän latauspisteitä myös omiin tarpeisiinsa.

Taulukko 15: Latausinfran hankintakustannukset roolilla 2.

	Kpl	Hinta/kpl	Yhteensä
Polkupyöräpisteet (2 latauspistettä/kpl)	14	1 000 €	14 000 €
Seinäpisteet	25	2 000 €	50 000 €
Tolppapisteet, keskinopea	15	5 000 €	75 000 €
Tolppapisteet, nopea	10	25 000 €	250 000 €
Bussipisteet	23	60 000 €	1 380 000 €

Roolin 2 latauspisteinvestoinnit maksavat kaupungille siis yhteensä 1 769 000 €. Tästä summasta sähköbussien latauspisteet vievät n. 78 %. Nopean latauksen tolppapisteistä syntyy myös suhteellisen paljon kustannuksia ottaen huomioon, että ne on tarkoitettu yksityisten autoilijoiden käyttöä varten.

Muut vaikutukset

Roolin 2 toimenpiteet tähtäävät yksityisen sektorin sähköistämiseen kaupungin omien investointien ollessa kohtalaisia. Kaupunki profiloituu selkeästi sähköisen liikenteen edistäjäksi kannustamalla yksityistä sektoria sekä järjestämällä koeajotilaisuuksia, joten sähköinen liikenne kohentaa kaupungin imagoa. On myös todennäköistä, että kaupungin positiivinen suhtautuminen sähköiseen liikenteeseen houkuttelee sähköiseen liikenteeseen liittyvää liiketoimintaa Tampereelle.

Sähköinen liikenne lisääntyy roolin 2 toimenpiteillä sen verran hitaasti, että vaikutukset liikennemelun ja sitä kautta kaupunkialueen viihtyvyyteen ovat pienet. Suurin vaikutus lienee sähköbussien määrän kasvulla, mikä näkyy ydinkeskustan liikennemelun vähentymisenä ja sitä myöten viihtyvyyden parantumisena. Myös pyöräilyn voidaan arvioida hieman lisääntyvän sähköavusteisten kaupunkipolkupyörien käyttöönoton myötä.

6. ROOLI 3 – ESIMERKILLINEN VAIKUTTAJA

6.1 Kuvaus, toimenpiteet ja aikajana

Esimerkillinen vaikuttaja -roolissa Tampereen kaupunki ryhtyy merkittävin panostuksin edistämään sähköistä liikennettä. Kaupunki rakentaa nopeasti sähköautojen latauspisteverkoston kaupungin alueelle ja hankkii merkittävän määrän ajoneuvoja omaan käyttöönsä esimerkkinä toimiaukseen. Kaupunki myös tarjoaa kannustimia ja etuuksia, joilla yrityksiä ja kaupunkilaisia saadaan houkuteltua siirtymään sähköisen liikenteen käyttöön. [2]

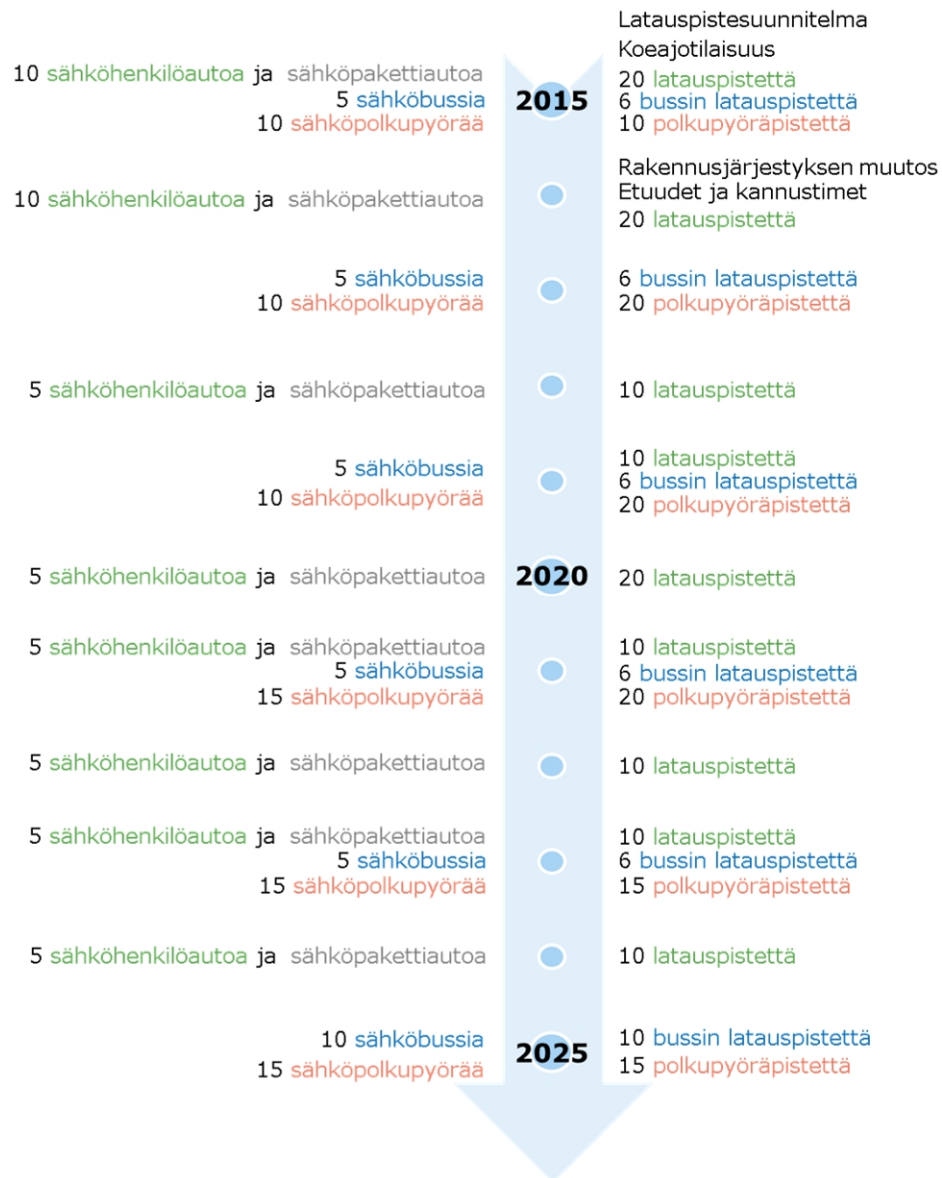
Roolien 2 ja 3 suurin ero on se, että roolissa 2 kaupunki pyrkii edistämään sähköistä liikennettä lähinnä yritysten ja yksityisten henkilöiden hankintojen kautta, kun taas roolissa 3 kaupunki käyttää huomattavasti enemmän resursseja oman ajoneuvokalustonsa sähköistämiseen. Lisäksi roolissa 3 otetaan käyttöön enemmän kannustimia, jotta sähköinen liikenne saataisiin kasvamaan nopeammin. Roolissa 3 kaupunki tekee seuraavia toimenpiteitä sähköisen liikenteen edistämiseksi roolin 2 toimenpiteiden lisäksi:

- Otetaan käyttöön pysäköintiin ja lataukseen liittyviä kannustimia.

Lisäksi kaupunki investoi itse ajoneuvoihin ja latauspisteisiin seuraavasti:

- Kaupunki hankkii omaan käyttöönsä 50 sähköhenkilöautoa, 50 sähköpakettiautoa, 75 sähköpolkupyörää ja 35 sähköbussia vuoteen 2025 mennessä. Sähköpolkupyöristä suurin osa on yleisessä käytössä olevia kaupunkipolkupyöriä.
- Kaupunki rakentaa omistamilleen kiinteistöille 120 erilaista sähköauton latauspistettä vuoteen 2025 mennessä.
- Sähköbussien latausta varten rakennetaan yhteensä 40 latauspistettä.
- Sähköpolkupyörien latausta varten hankitaan 50 latauspistetelinettä eli yhteensä 100 latauspistettä sekä kaupungin omia että yksityishenkilöiden pyöriä varten.

Kaupunki toteuttaa investoinnit ja muut sähköistä liikennettä edistävät toimenpiteet esim. seuraavassa aikataulussa:



6.2 Vaikutukset

Koska kaupunki esimerkinomaisesti hankkii omaan käyttöönsä sähköajoneuvoja sekä rakentaa voimakkaasti latausinfraa, ovat kaupungin tekojen vaikutukset suuremmat kuin rooleissa 1 ja 2, joissa yritysten ja kuntalaisten hankinnoilla on kaupungin toimenpiteitä huomattavasti merkittävämpi vaikutus. Etenkin alkuvaiheessa kaupungin toimenpiteet synnyttävät merkittävän osan sähköisen liikenteen vaikutuksista. Pidemmällä aikajänteellä, kun yksityiset sähköajoneuvot liisäntyvät, pienenee kaupungin vaikutusten merkitys suhteessa yksityisen sektorin vaikutuksiin.

Ajoneuvokannan kehitys

Roolin 3 toimenpiteiden arvioidaan edistävän sähköistä liikennettä Tampereen seudulla merkittävästi. Yksityishenkilöiden käyttöön tarjottavat latauspisteet sekä pysäköinnin ja latauksen kannustimet vauhdittavat yksityisen liikenteen sähköistymistä. Samalla kaupungin omat ajoneuvot vaihtuvat hyvällä tahdilla sähköisiin. Sähköisten ajoneuvojen määrän ennustetaan kasvavan roolin 3 investoinneilla ja toimenpiteillä seuraavasti (suluissa Tampereen kaupungin omistamat ajoneuvot):

Taulukko 16: Sähköajoneuvojen määrän arvioitu kehitys 2015–2025 roolilla 3.

Ajoneuvotyyppi	Määrä, kpl		
	2015	2020	2025
Sähköhenkilöautot	40 (10)	205 (30)	500 (50)
Sähköpakettiautot	25 (10)	70 (30)	130 (50)
Sähköpolkupyörät	35 (10)	90 (30)	200 (75)
Sähköbussit	10 (5)	30 (15)	65 (35)
Sähkömoottoripyörät ja -mopot	10	35	50

Päästövaikutukset

Vuonna 2025 roolin 3 mukaiset kokonaispäästövähennykset saadaan kertomalla kilometrikohtaiset päästömäärät kunkin ajoneuvotyypin vuosittaisella ajomäärällä. Laskennassa on käytetty samoja kilometrimääriä kuin roolissa 1 (henkilöauto 15 000 km, pakettiauto 20 000 km, linja-auto 80 000 km ja moottoripyörät ja mopot 5 000 km).

Taulukko 17: Arvioidut kokonaispäästövähennykset roolin 3 mukaisilla toimenpiteillä vuonna 2025.

	Päästö	Vähennys, t		Päästö	Vähennys, t
Henkilöautot	CO ₂	1242,00	Bussit	CO ₂	5402,80
	CO	12,18		CO	5,20
	HC	1,28		HC	0,88
	NO _x	2,78		NO _x	46,80
	PM	0,05		PM	0,99
Pakettiautot	CO ₂	691,60	Moottoripyörät ja mopot	CO ₂	16,75
	CO	1,74		CO	0,50
	HC	0,44		HC	0,08
	NO _x	2,86		NO _x	0,04
	PM	0,31		PM	0,04

Prosentuaalisesti päästöt vähenevät Tampereella roolin 3 toimenpiteillä ja käytetyillä kilometrimäärillä seuraavasti: hiilidioksidi n. 2,6 %, hiilimonoksidi n. 0,6 %, hiilivedyt n. 0,7 %, typen oksidit n. 5,8 % ja hiukkaset n. 2,6 %. Typen oksidien vähentyminen alkaa olla roolilla 3 huomattava ottaen huomioon, että sähköajoneuvojen osuus kaikista ajoneuvoista Tampereella on yhä maltillinen. Sähköbussien määrä on kuitenkin roolissa 3 jo merkittävä, mikä selittää typen oksidien hyvää vähentymistä.

Ajoneuvojen hankintakustannukset

Kaupungin investoinnit ajoneuvoihin kasvavat roolissa 3 huomattavasti rooleihin 1 ja 2 nähden. Tämä näkyy myös merkittävästi kasvavina ajoneuvojen hankintakustannuksina. Kokonaishankintakustannukset ovat n. 88 % suuremmat kuin roolissa 2. Sähköbussien osuus kokonaisinvestointikustannuksista on tässä roolissa n. 79 %. Sähköpolkupyörien kokonaishankintakustannukset nousevat tässä roolissa selkeästi rooleihin 1 ja 2 verrattuna, mutta ne ovat silti varsin mitättömät kokonaisuutta ajatellen.

Taulukko 18: Ajoneuvojen kumulatiiviset hankintakustannukset roolilla 3.

	2015	2020	2025
Sähköhenkilöautot	350 000 €	1 050 000 €	1 750 000 €
Sähköpakettiautot	550 000 €	1 650 000 €	2 750 000 €
Sähköbussit	2 500 000 €	7 500 000 €	17 500 000 €
Sähköpolkupyörät	10 000 €	35 000 €	75 000 €
Yhteensä:	3 410 000 €	10 230 000 €	22 075 000 €

Ajoneuvojen käyttö- ja huoltokustannukset

Jos roolin 3 ajoneuvot ajaisivat vuodessa saman määrän kuin aiemmin esitettiin (henkilöauto 15 000 km, pakettiauto 20 000 km, linja-auto 80 000 km ja sähköpolkupyörä 1 500 km), olisivat ajoneuvojen latauksista syntyvät vuosittaiset kokonaiskustannukset seuraavanlaiset:

Taulukko 19: Ajoneuvojen latauskustannukset roolilla 3 vuonna 2025.

	Sähkö- henkilöauto	Sähkö- pakettiauto	Sähköbussi	Sähkö- polkupyörä
Latauskustannukset per ajoneuvo/vuosi:	267,52 €	813,12 €	11 347,20 €	0,53 €
Kaupungin ajoneuvot 2025 (kpl)	50	50	35	75
Kustannukset kaupungille/vuosi	13 376,00 €	40 656,00 €	397 152,00 €	39,75 €

Roolin 3 mukaiset huoltokulut sekä akkujen vaihdosta syntyvät kulut ovat vuonna 2025 yhteensä arviolta seuraavat:

Taulukko 20: Roolin 3 huolto- ja akkukustannukset vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

	Sähköhenkilöauto	Sähköpakettiauto	Sähköbussi
Huoltokustannukset	15 230 €	24 400 €	560 000 €
Akuston vaihdot	-	-	2 625 000 €
YHTEENSÄ	15 230 €/v	24 400 €/v	3 185 000 €

Infrakustannukset

Roolien 2 ja 3 ero latausinfraan rakentamisen kannalta on käytännössä vain investointien määrässä, jotka ovat roolissa 3 huomattavasti suuremmat. Kaupungin omia ajoneuvoja pyritään vaihtamaan sähköisiin roolia 2 nopeammin, joten myös latauspisteitä on rakennettava enemmän. Lisäksi yksityishenkilöiden käyttöön tarjotaan roolissa 3 enemmän latauspisteitä kuin roolissa 2. Kokonaisuudessaan roolin 3 latauspisteinvestoinneista aiheutuu seuraavanlaisia kustannuksia:

Taulukko 21: Latausinfraan hankintakustannukset roolilla 3.

	Kpl	Hinta/kpl	Yhteensä
Polkupyöräpisteet (2 latauspistettä/kpl)	50	1 000 €	50 000 €
Seinäpisteet	40	2 000 €	80 000 €
Tolppapisteet, keskinopea	60	5 000 €	300 000 €
Tolppapisteet, nopea	20	25 000 €	500 000 €
Bussipisteet	40	60 000 €	2 400 000 €

Roolin 3 investoinneista syntyy yhteensä 3 330 000 euron kustannukset. Huomionarvoista on, että nopeiden lataustolppien rakentamisen kustannukset nousevat tässä roolissa merkittävästi

rooleihin 1 ja 2 verrattuna. Sähköbussien latauspisteet muodostavat silti yhä n. 72 % kokonaiskustannuksista.

Muut vaikutukset

Roolin 3 mukaan Tampereen kaupunki profiloituu esimerkilliseksi sähköisen liikenteen edistäjäksi. Latausverkon nopea rakentaminen on omiaan houkuttelemaan sähköiseen liikenteeseen liittyvää liiketoimintaa Tampereen seudulle. Kaupungin saamat imagohyödyt ovat merkittävät, koska kaupunki antaa itsestään aikaansaavan kuvan tekemällä myös itse investointeja.

Roolin 3 toimenpiteet vaikuttavat liikenteen kokonaiskuvaan kohtalaisesti. Suuri määrä sähköavusteisia kaupunkipolkupyöriä lisää pyöräilyä kaupunkialueella ja kannustaa myös kulkemaan hieman pidempiä matkoja polkupyörällä. Sähköbussien lisääntyminen puolestaan vaikuttaa oleellisesti etenkin keskusta-alueen viihtyisyyteen, sillä keskustan melutaso alenee paikoin jo huomattavasti. Toisaalta yksityisautoilun sähköistyksen kannustaminen pysäköinti- ja latausetuuksin sovittelee pyöräilyä ja joukkoliikennettä vastaan. Vaarana on, että yksityisautoilusta tehdään huomattavasti liiankin houkuttelevaa, mikä syö joukkoliikenteen käyttäjiä. Sähköautoilun kannustimet tuleekin ottaa käyttöön vain väliaikaisesti. Autoilua voidaan pyrkiä myös vähentämään muilla keinoin. Samalla joukkoliikenteen houkuttelevuutta tulee pyrkiä entisestään parantamaan.

Pysäköinti- ja latauskannustimet aiheuttavat alkuvaiheessa jonkin verran kustannuksia kaupungille. Tästä syystä esim. ilmaista latausta tulee tarjota vain niin kauan kuin sen voidaan todeta lisäävän sähköautojen määrää Tampereella. Riittävän sähköautomäärän liikkeessä kaduilla on ilmaisesta latauksesta ja muista kannustimista syytä vähitellen poistua. Näin kaupunki voi alkaa saada takaisin investointeihin ja etuuksiin käyttämiään rahoja maksullisten lataustapahtumien kautta.

7. ROOLI 4 – VALTAKUNNALLINEN SUUNNANNÄYTTÄJÄ

7.1 Kuvaus, toimenpiteet ja aikajana

Tampereen kaupunki haluaa olla selkeä valtakunnallinen suunnannäyttävä sähköisen liikenteen sektorilla. Kaupunki ryhtyy välittömästi merkittäviin toimenpiteisiin sähköisen liikenteen edistämiseksi ja ilmaisee julkisesti tavoitteensa edistää sähköistä liikennettä Suomessa. Kaupunki kannustaa myös yrityksiä ja kaupunkilaisia sähköisen liikenteen käyttöön erilaisin kannustimin ja etuuksin. Myös tutkimus- ja koulutuslaitoksia kannustetaan osallistumaan sähköisen liikenteen kehittämiseen. [2]

Rooli 4 eroaa roolista 3 erityisesti tehtävien investointien määrässä, jotka ovat roolissa 4 merkittävästi suuremmat. Roolissa 4 kaupunki rakentaa suurimmalle osalle omistamistaan kiinteistöistä sähköauton latauspisteen ja ottaa käyttöön merkittävän määrän sähköautoja. Lisäksi kaupunki tukee rahallisesti yritysten latauspisteiden rakentamista, jotta Tampereella saadaan laaja latauspisteverkosto pystyyn nopeasti. Toinen merkittävä ero on se, että roolissa 4 kaupunki julistautuu Suomen sähköautoilun pääkaupungiksi. Käytännössä sähköisellä liikenteellä on siis merkittävä osa kaupungin imagossa. Myös Tampereen rooli INKA-ohjelmassa ohjaa kohti älykäästä ja vähäpäästöistä liikennettä. Roolissa 4 kaupunki tekee seuraavia toimenpiteitä sähköisen liikenteen edistämiseksi roolien 2 ja 3 toimenpiteiden lisäksi:

- Otetaan käyttöön houkuttelevampia kannustimia ja etuuksia.
- Kaupunki laatii selvityksen sähköisten kuskittomien ajoneuvojen käyttömahdollisuuksista Tampereen seudulla.
- Kun ajoneuvokantaa on Tampereella tarpeeksi (esim. 5 000 kpl), rajataan Hämeenpuiston, Satakunnankadun, Rautatienkadun, Tampereen valtatie ja Vuolteenkadun sisäpuolinen alue sähköajoneuvojen ja joukkoliikenteen käyttöön.

Lisäksi kaupunki investoi itse ajoneuvoihin ja latauspisteisiin seuraavasti:

- Kaupunki hankkii omaan käyttöönsä 75 sähköhenkilöautoa, 90 sähköpakettiautoa, 100 sähköpolkupyörää ja 50 sähköbussia vuoteen 2025 mennessä. Sähköpolkupyöristä suurin osa on yleisessä käytössä olevia kaupunkipolkupyöriä.
- Kaupunki rakentaa omistamilleen kiinteistöille 200 erilaista sähköauton latauspistettä vuoteen 2025 mennessä.
- Sähköbusseja varten rakennetaan 55 tehokasta latauspistettä.
- Sähköavusteisten polkupyörien lataamiseksi hankitaan 65 kaksipaikkaista lataustelinettä eli yhteensä 130 latauspistettä.

Kaupunki toteuttaa investoinnit ja muut sähköistä liikennettä edistävät toimenpiteet esim. seuraavassa aikataulussa:

			Latauspistesuunnitelma Rakennusjärjestyksen muutos Selvitys automaattisista ajoneuvoista Koeajotilaisuus Etuudet ja kannustimet
25 sähköhenkilöautoa ja 15 sähköpakettiautoa	8 sähköbussia	2015	50 latauspistettä
	20 sähköpolkupyörää		10 bussin latauspistettä
5 sähköhenkilöautoa ja 10 sähköpakettiautoa	7 sähköbussia		30 polkupyöräpistettä
	20 sähköpolkupyörää		25 latauspistettä
5 sähköhenkilöautoa ja 10 sähköpakettiautoa	10 sähköpolkupyörää		8 bussin latauspistettä
5 sähköhenkilöautoa ja sähköpakettiautoa	5 sähköbussia		30 polkupyöräpistettä
5 sähköhenkilöautoa ja sähköpakettiautoa	5 sähköbussia		25 latauspistettä
			20 polkupyöräpistettä
5 sähköhenkilöautoa ja sähköpakettiautoa			15 latauspistettä
			6 bussin latauspistettä
5 sähköhenkilöautoa ja sähköpakettiautoa		2020	10 latauspistettä
5 sähköhenkilöautoa ja 10 sähköpakettiautoa	5 sähköbussia		15 latauspistettä
	10 sähköpolkupyörää		5 bussin latauspistettä
5 sähköhenkilöautoa ja 10 sähköpakettiautoa	5 sähköbussia		10 polkupyöräpistettä
	10 sähköpolkupyörää		15 latauspistettä
5 sähköhenkilöautoa ja sähköpakettiautoa	5 sähköbussia		5 bussin latauspistettä
	10 sähköpolkupyörää		10 polkupyöräpistettä
5 sähköhenkilöautoa ja 10 sähköpakettiautoa	5 sähköbussia		10 latauspistettä
	10 sähköpolkupyörää		5 bussin latauspistettä
5 sähköhenkilöautoa ja sähköpakettiautoa	5 sähköbussia		10 polkupyöräpistettä
	10 sähköpolkupyörää	2025	10 latauspistettä
			5 bussin latauspistettä
			10 polkupyöräpistettä

7.2 Vaikutukset

Roolin 4 mukaiset merkittävät panostukset sähköisen liikenteen edistämiseen johtavat siihen, että sähköinen liikenne lisääntyy varsin nopeasti sekä yksityisellä että julkisella puolella. Kaupungin omien investointien osuus vaikutuksista on alkuvaiheessa suuri, mutta ero ei ole niin merkittävä kuin roolissa 3, sillä yksityinen sektori sähköistyy roolissa 4 roolia 3 nopeammin alusta lähtien.

Ajoneuvokannan kehitys

Roolin 4 mukaiset voimakkaat toimenpiteet saavat sähköisen liikenteen nopeaan kasvuun Tampereella. Kaupungin omistamat ajoneuvot vaihdetaan sähköisiksi nopeasti, mikä toimii hyvänä esimerkkinä yksityiselle sektorille. Yksityisellä puolella sähköautot yleistyvät alkuun hitaasti, mutta kasvu kiihtyy voimakkaasti toimintaympäristön kehittyessä. Sähköisten ajoneuvojen määrän arvioidaan kehittyvän roolin 4 toimenpiteillä seuraavasti (suluissa Tampereen kaupungin omistamat ajoneuvot):

Taulukko 22: Sähköajoneuvojen määrän arvioitu kehitys 2015–2025 roolilla 4.

Ajoneuvotyyppi	Määrä, kpl		
	2015	2020	2025
Sähköhenkilöautot	100 (25)	350 (50)	975 (75)
Sähköpakettiautot	40 (15)	130 (50)	260 (90)
Sähköpolkupyörät	50 (20)	120 (50)	350 (100)
Sähköbussit	15 (8)	50 (25)	90 (50)
Sähkömoottoripyörät ja -mopot	15	50	75

Päästövaikutukset

Vuonna 2025 roolin 4 mukaiset kokonaispäästövähennykset saadaan kertomalla kilometrikohtaiset päästömäärät kunkin ajoneuvotyyppin vuosittaisella ajomäärällä. Laskennassa on käytetty samoja kilometrimääriä kuin roolissa 1 (henkilöauto 15 000 km, pakettiauto 20 000 km, linja-auto 80 000 km ja moottoripyörät ja mopot 5 000 km).

Taulukko 23: Arvioidut kokonaispäästövähennykset roolin 4 mukaisilla toimenpiteillä vuonna 2025.

	Päästö	Vähennys, t		Päästö	Vähennys, t
Henkilöautot	CO ₂	2421,90	Bussit	CO ₂	7480,80
	CO	23,75		CO	7,20
	HC	2,49		HC	1,22
	NO _x	5,41		NO _x	64,80
	PM	0,09		PM	1,37
Pakettiautot	CO ₂	1383,20	Moottoripyörät ja mopot	CO ₂	25,13
	CO	3,48		CO	0,75
	HC	0,88		HC	0,11
	NO _x	5,72		NO _x	0,06
	PM	0,62		PM	0,06

Roolin 4 toimenpiteillä Tampereen liikennepäästöt vähentyisivät prosentuaalisesti seuraavasti: hiilidioksidi n. 4,0 %, hiilimonoksidi n. 1,0 %, hiilivedyt n. 1,2 %, typen oksidit n. 8,4 % ja hiukkaset n. 4,0 %. Typen oksidipäästöjen väheneminen yli 8 prosentilla on merkittävä, vaikka investointikustannukset tämän saavuttamiseksi ovat myös huomattavat, kuten seuraavassa kapaleessa esitetään.

Ajoneuvojen hankintakustannukset

Kaupungin investoinnit sähköisiin ajoneuvoihin ovat todella huomattavat roolissa 4 (n. 48 % enemmän kuin roolissa 3). Sähköbussien osuus kaupungin investoinneista on lähes sama kuin roolissa 3 (n. 77 %). Toisaalta sähköinen liikenne myös lisääntyy kaupungissa nopeaan tahtiin eli mm. ilmanlaatu paranee nopeammin verrattuna muihin rooleihin.

Taulukko 24: Ajoneuvojen kumulatiiviset hankintakustannukset roolilla 4.

	2015	2020	2025
Sähköhenkilöautot	875 000 €	1 750 000 €	2 625 000 €
Sähköpakettiautot	825 000 €	2 750 000 €	4 950 000 €
Sähköbussit	4 000 000 €	12 500 000 €	25 000 000 €
Sähköpolkupyörät	20 000 €	50 000 €	100 000 €
Yhteensä:	5 720 000 €	17 050 000 €	32 675 000 €

Ajoneuvojen käyttö- ja huoltokustannukset

Jos roolin 4 ajoneuvot ajaisivat vuodessa saman määrän kuin aiemmin esitettiin (henkilöauto 15 000 km, pakettiauto 20 000 km, linja-auto 80 000 km ja sähköpolkupyörä 1 500 km), olisivat ajoneuvojen latauksista syntyvät vuosittaiset kokonaiskustannukset seuraavanlaiset:

Taulukko 25: Ajoneuvojen latauskustannukset roolilla 4 vuonna 2025.

	Sähkö- henkilöauto	Sähkö- pakettiauto	Sähköbussi	Sähkö- polkupyörä
Latauskustannukset per ajoneuvo/vuosi:	267,52 €	813,12 €	11 347,20 €	0,53 €
Kaupungin ajoneuvot 2025 (kpl)	75	90	50	100
Kustannukset kaupungille/vuosi	20 064,00 €	73 180,80 €	567 360,00 €	53,00 €

Roolin 4 mukaiset huoltokulut sekä akkujen vaihdosta syntyvät kulut ovat vuonna 2025 yhteensä arviolta seuraavat:

Taulukko 26: Roolin 4 huolto- ja akkukustannukset vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

	Sähköhenkilöauto	Sähköpakettiauto	Sähköbussi
Huoltokustannukset	22 840 €	43 920 €	800 000 €
Akuston vaihdot	-	-	3 750 000 €
YHTEENSÄ	22 840 €/v	43 920 €/v	4 550 000 €

Infrakustannukset

Roolin 4 voimakkaat toimenpiteet sähköisen liikenteen edistämiseksi edellyttävät myös voimakasta latausinfraan rakentamista. Koska kaupunki haluaa olla johtavassa asemassa Suomen sähköisen liikenteen sektorilla, se rakentaa merkittävästi latauspisteitä myös yksityisen sektorin käyttöön. Latauspisteverkoston rakentamisesta syntyy tällöin seuraavanlaisia kustannuksia:

Taulukko 27: Latausinfraan hankintakustannukset roolilla 4.

	Kpl	Hinta/kpl	Yhteensä
Polkupyöräpisteet (2 latauspistettä/kpl)	65	1 000 €	65 000 €
Seinäpisteet	50	2 000 €	100 000 €
Tolppapisteet, keskinopea	105	5 000 €	525 000 €
Tolppapisteet, nopea	50	25 000 €	1 250 000 €
Bussipisteet	55	60 000 €	3 300 000 €

Roolin 4 toimenpiteet aiheuttavat infraan osalta siis yhteensä 5 240 000 euron kokonaiskustannukset. Kasvua on rooliin 3 nähden n. 1,9 miljoonaa euroa. Sähköbussien latauspisteet muodostavat roolissa 4 kustannuksista n. 63 % eli pienemmän osuuden kuin muissa rooleissa.

Muut vaikutukset

Rooli 4 tuo Tampereen kaupungille merkittäviä imagohyötyjä, koska kaupunki julistautuu Suomen sähköisen liikenteen pääkaupungiksi. Samasta syystä alaan liittyvän liiketoiminnan voidaan ennakoida suuntautuvan Tampereen seudulle. Edellytyksenä kuitenkin on, että Tampere ryhtyy toimenpiteisiin ennen kuin muut kaupungit ehtivät aloittamaan omat panostuksensa laajassa mitakaavassa.

Myös liikenteelliset vaikutukset nousevat roolin 4 toimenpiteillä merkittäviksi. Sähköautojen runsas lisääntyminen vaikuttaa koko autoilun kuvaan. Latauspisteiden saatavilla olon merkitys korostuu, sillä vapaan latauspisteen etsinnästä aiheutuu paljon ylimääräistä kiertoajelua kaupunkialueella. Latauspisteistä tulee täten merkittävä osa kaupunkikuvaa. Kaupunki joutuu panostamaan lataus- ja pysäköintikannustimiin rahallisesti, mutta roolin 3 tavoin myös roolissa 4 kannustimet poistetaan käytöstä, kun kriittinen massa sähköautoja on saatu liikenteeseen.

Sähköajoneuvojen monipuolinen lisääntyminen vaikuttaa merkittävästi Tampereen kaupunkialueen viihtyisyyteen. Kaupungin ydinkeskustan melutaso voidaan saada todella matalalle tasolle etenkin, jos keskusta-alue rauhoitetaan muulta liikenteeltä, kuten edellä esitettiin. Automaattisten eli kuskittomien ajoneuvojen ilmestyminen katukuvaan rauhoittaisi ympäristöä myös keskustan ulkopuolella.

8. ROOLIEN VERTAILU

8.1 Ajoneuvo- ja latauspistemäärät

Tampereen kaupunki tekee eri rooleissa eri määrän investointeja sähköisten ajoneuvojen hankintaan sekä latauspisteiden rakentamiseen. Taulukossa 28 on esitetty yhteenveto eri ajoneuvotyyppien alustavista hankintamääristä kullakin rooleilla. Näitä lukuja on käytetty tämän työn kustannuslaskelmien taustalla.

Taulukko 28: Kaupungin omistamat ajoneuvomäärät kullakin roolilla vuonna 2025 (suluissa prosentuaalinen osuus kaupungin omistamasta ajoneuvokannasta).

	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
Sähköhenkilöautot	7 (4 %)	25 (14 %)	50 (28 %)	75 (42 %)
Sähköpakettiautot	7 (4 %)	15 (9 %)	50 (29 %)	90 (53 %)
Sähköbussit	5 (4 %)	20 (15 %)	35 (27 %)	50 (38 %)
Sähköpolkupyörät	15	20	75	100

Taulukkoon 29 on puolestaan koottu yhteenveto kussakin roolissa rakennettavien erilaisten latauspisteiden määristä. Latauspisteiden rakentamisesta aiheutuvat kustannukset on käsitelty jäljempänä luvussa 8.2.2.

Taulukko 29: Kaupungin omistamat latauspisteet kullakin roolilla vuonna 2025.

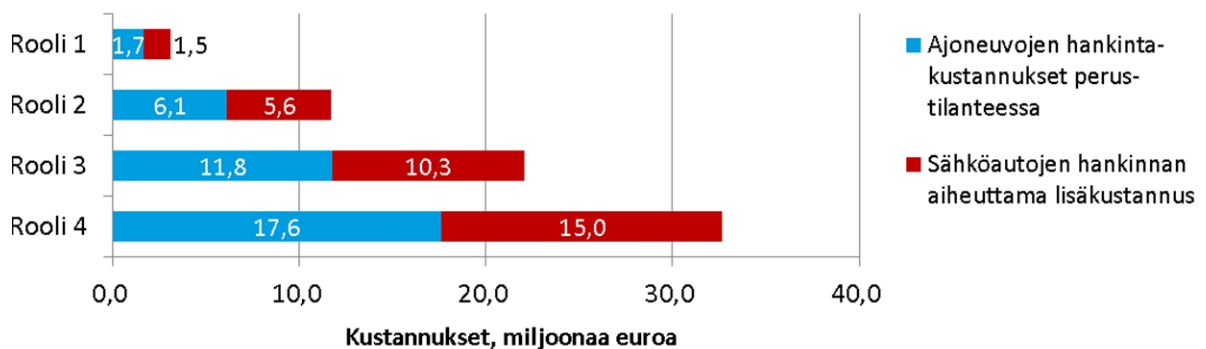
	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
Polkupyöräpisteet	10	14	50	65
Seinäpisteet	10	25	40	50
Tolppapisteet, keskinopea	5	15	60	105
Tolppapisteet, nopea	0	10	20	50
Bussipisteet	7	23	40	55

8.2 Roolien kustannukset kaupungille

8.2.1 Ajoneuvokustannukset

Hankintakustannukset

Sähköajoneuvoista syntyvät kokonaiskustannukset muodostuvat ajoneuvojen hankintakustannuksista, ajoneuvojen käyttökustannuksista, ajoneuvoveroista sekä ajoneuvojen huolto- ja vakuutuskustannuksista. Kuten aikaisemmin todettiin, sähköajoneuvot ovat hankintahinnoiltaan yleisesti polttomoottoriajoneuvoja kalliimpia. Kuvassa 1 on esitetty kunkin roolin mukaiset sähköajoneuvojen kokonaishankintakustannukset sekä sähköajoneuvojen hankinnasta syntyvä lisäkustannus eli kustannus, joka syntyy, jos kaupunki hankkii kalliimpia ajoneuvoja perinteisten polttomoottoriajoneuvojen sijasta omistukseensa (katso yksikköhinnat luvusta 2.1.1).

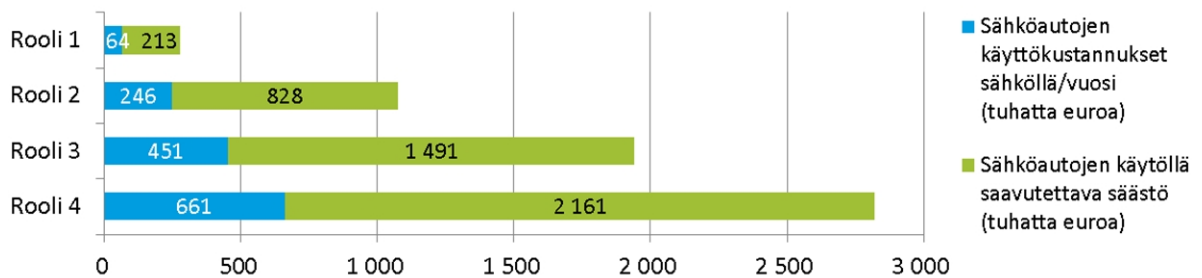


Kuva 1: Sähköajoneuvojen hankintakustannukset kaupungille vuoteen 2025 mennessä.

Kuvasta 1 käy ilmi, että sähköajoneuvojen hankkiminen aiheuttaa kaupungille merkittävästi enemmän kustannuksia kuin perinteisten polttomoottoriajoneuvojen hankkiminen. Erosta merkittävä osuus tulee sähkölinja-autojen hankinnasta, sillä niiden hinta on tällä hetkellä arviolta kaksinkertainen dieselkäyttöisiin linja-autoihin verrattuna. Sen sijaan sähköhenkilöautojen, sähköpakettiautojen ja sähköpolkupyörien kohdalla kustannusero ei ole yhtä merkittävä.

Käyttökustannukset

Sähköajoneuvojen korkeaa hankintahintaa kompensoivat niiden alhaisemmat käyttökustannukset. Kuva 2 kuvaa, minkä verran kaupungin käytössä olevat sähköiset ajoneuvot toisivat säästöjä käyttökustannusten osalta polttomoottoriajoneuvojen käyttöön verrattuna. Vertailulukuina on käytetty bensiinin hintaa 1,60 €/l ja dieselin hintaa 1,50 €/l sekä ajoneuvojen keskilukutuksia 6,5 l/100 km (henkilöauto), 7,5 l/100 km (pakettiauto) ja 41,7 l/100 km (linja-auto) [15][24]. Vuotuiset ajomäärät ovat samat kuin aikaisemmin tässä työssä (15 000/20 000/80 000 km).

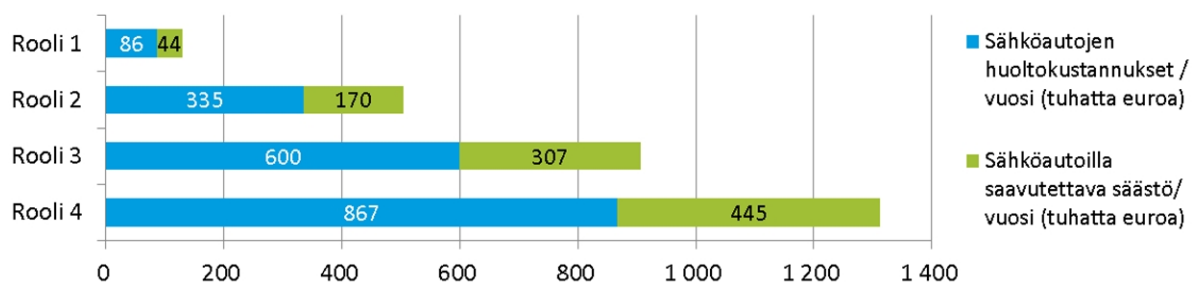


Kuva 2: Sähköautojen vuosittaiset käyttökustannukset ja säästöt vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

Kuten kuva 2 osoittaa, sähköajoneuvoilla voidaan säästää huomattavia summia ajoneuvojen käyttökustannuksissa vuositasolla. Suurin säästö saavutetaan suurikulutusten dieselkäyttöisten linja-autojen korvaamisella sähköisillä ajoneuvoilla. Esim. 10 dieselkäyttöisen linja-auton vuosittaiset polttoainekulut ovat n. 500 000 €, kun ne sähkökäyttöisillä busseilla ovat n. 113 000 €. Bensiinikäyttöisellä henkilöautolla ero ei ole yhtä merkittävä, mutta kuitenkin toista tuhatta euroa sähkökäyttöisen auton hyväksi vuodessa. Lisäksi on syytä huomata, että käyttökustannusten säästöt syntyvät vuosittain eli kuvan 2 mukaiset summat tulee kertoa ajoneuvon käyttövuosilla kokonaissäästöjen laskemiseksi. Näin ollen esim. 15 000 km vuodessa ajava sähköhenkilöauto säästää 10 vuodessa käyttökustannuksissa lähes 13 000 € bensiinikäyttöiseen henkilöautoon verrattuna nykyisellä bensiinin hinnalla.

Huoltokustannukset

Sähköajoneuvojen alhaisemmat huoltokustannukset vaikuttavat oleellisesti niiden kannattavuuteen, sillä etenkin bussien huolloista aiheutuu kaupungille merkittäviä kustannuksia. Kuten aikaisemmin luvussa 2.1.5 todettiin, sähköajoneuvojen huoltokustannuksiin liittyy jonkin verran epävarmuutta etenkin sähköbussien osalta. Tästä syystä myöskään sähköautojen huoltokustannuksia ei tule pitää absoluuttisina totuuksina vaan ainoastaan suuntaa-antavina.



Kuva 3: Sähköautojen vuosittaiset huoltokustannukset ja säästöt vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

Takaisinmaksuaika

Edellä esitettyjen lukujen valossa on mahdollista laskea, kuinka nopeasti sähköajoneuvojen tuomat säästöt maksavat takaisin kaupungille ajoneuvojen kalliimmista hankintahinnoista johtuvat korkeammat investoinnit.

Taulukko 30: Ajoneuvohankintojen erotuksen takaisinmaksuaika vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
Hankintakustannusten erotus	1 469 000 €	5 612 000 €	10 295 000 €	15 035 000 €
Akkujen vaihdot	+375 000 €	+1 500 000 €	+2 625 000 €	+3 750 000 €
Käyttökustannusten erotus/vuosi	- 213 000 €	- 828 000 €	- 1 491 000 €	- 2 161 000 €
Huoltokustannusten erotus/vuosi	- 44 000 €	- 170 000 €	- 307 000 €	- 445 000 €
Takaisinmaksuaika	7,2 v	7,1 v	7,2 v	7,2 v

Taulukosta 30 nähdään, että sähköiset ajoneuvot maksavat takaisin polttomoottoriajoneuvoihin nähden korkeamman hankintahintansa ja alkavat tuottaa kaupungille säästöjä reilussa 7 vuodessa. Eri ajoneuvojen takaisinmaksuajat ovat kuitenkin hyvin erilaiset. Esim. sähkökäyttöinen henkilöauto maksaa 15 000 € hankintahintaerotuksen takaisin vasta 10. käyttövuoden alussa, kun taas sähköbussi maksaa 250 000 € hankintahintaerotuksen takaisin alle 7 vuodessa käyttövoima- ja huoltokustannussäästöjen kautta, vaikka niihin jouduttaisiin vaihtamaan akusto kertaalleen. Lisäksi on syytä huomata, että käyttökustannussäästöt perustuvat teoreettisiin ajoneuvojen toimintasäteisiin, joten todelliset käyttökustannussäästöt eivät ole aivan yhtä hyvät kuin tässä työssä on laskettu. Lisäksi mm. vakuutusmaksuilla, verotuksella, sähkön, bensiinin ja dieselin hintakehityksellä sekä ennen kaikkea akkujen hintakehityksellä on merkittävä vaikutus takaisinmaksu-aikaan. Ajoneuvojen takaisinmaksuaika on siis monimutkaista laskea tämän hetken tietojen varassa tarkasti, joten taulukon 30 lukuja tulee tulkita ainoastaan suuntaa-antavina.

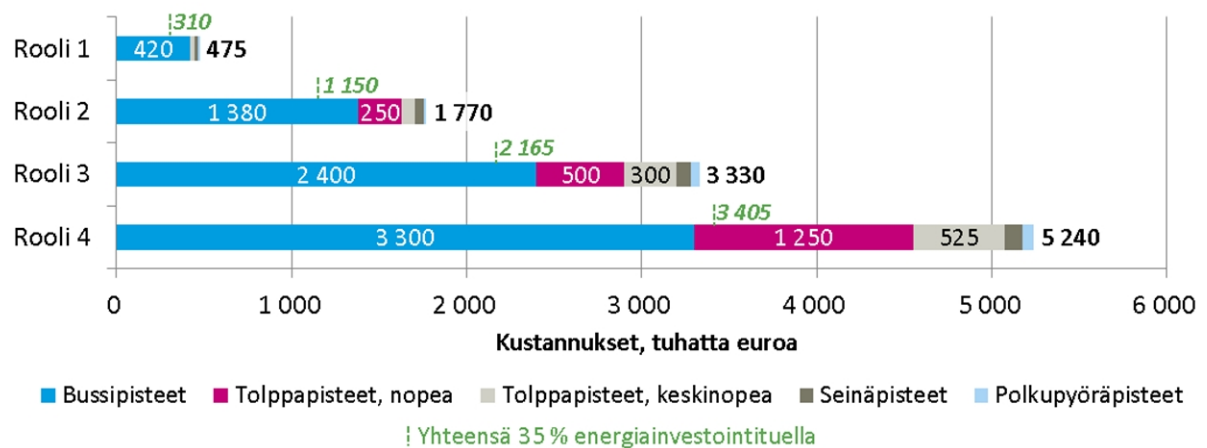
Käyttökustannussäästöjen lisäksi sähköajoneuvojen päästösäästöt lyhentävät investointien takaisinmaksuaikaa, vaikkakaan päästösäästöt eivät suoraan vaikuta kaupungin kassaan. Edellytyksenä on lisäksi, että ajoneuvojen käyttämä sähkö tuotetaan puhtaasti. Päästövähenemien rahalliset hyödyt on laskettu luvussa 8.3.

8.2.2 Infrakustannukset

Taulukkoon 31 on koottu vertailua varten kunkin roolin arvioidut latauspisteiden hankinta- ja rakentamiskustannukset (samat luvut graafisena esityksenä kuvassa 4). Kuten aikaisemmin työssä mainittiin, sähköajoneuvojen latauspisteiden hankkimiseen ja rakentamiseen on mahdollista hakea TEM:n energiainvestointitukea maksimissaan 35 % kokonaiskustannuksista. Jos Tampere kykenisi hyödyntämään tuen kokonaisuudessaan latauspisteiden rakentamisessa, putoaisivat rakentamiskustannukset oleellisesti.

Taulukko 31: Latausinfra hankinta- ja rakentamiskustannukset vuoteen 2025 mennessä.

	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
Polkupyöräpisteet	10 000 €	14 000 €	50 000 €	65 000 €
Seinäpisteet	20 000 €	50 000 €	80 000 €	100 000 €
Tolppapisteet, keskinopea	25 000 €	75 000 €	300 000 €	525 000 €
Tolppapisteet, nopea	0 €	250 000 €	500 000 €	1 250 000 €
Bussipisteet	420 000 €	1 380 000 €	2 400 000 €	3 300 000 €
Yhteensä	475 000 €	1 769 000 €	3 330 000 €	5 240 000 €
Yhteensä 35 % energiainvestointituella	308 750 €	1 149 850 €	2 164 500 €	3 406 000 €



Kuva 4: Latausinfraan hankinta- ja rakentamiskustannukset vuoteen 2025 mennessä.

8.3 Roolien päästövaikutukset

Taulukkoon 32 on koottu roolien tuomat päästövähennykset prosentteina kullekin päästölajille. Taulukosta havaitaan, että sähköajoneuvot vähentävät liikenteen päästöistä eniten typen oksideita, hiilidioksidia ja hiukkasia. Sen sijaan hiilimonoksidin ja hiilivetyjen väheneminen on melko vähäistä roolien mukaisilla toimenpiteillä. Päästöjen väheneminen on suoraan yhteydessä uusien sähköajoneuvojen määrään. Vaikka liikenteen päästöt vähenevät joka tapauksessa autokannan uusiutuessa, vähentävät sähköautot liikenteen päästöjä huomattavasti nopeammin kuin tekniikan kehitys polttomoottorisektorilla. Sähköautoilu onkin nopea ja helppo tapa vähentää liikenteestä syntyviä päästöjä.

Taulukko 32: Roolien prosentuaaliset kokonaispäästövähennykset vuonna 2025.

	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
CO ₂	0,5 %	1,2 %	2,6 %	4,0 %
CO	<0,2 %	0,3 %	0,6 %	1,0 %
HC	<0,1 %	0,4 %	0,7 %	1,2 %
NO _x	0,9 %	2,7 %	5,8 %	8,4 %
PM	<0,5 %	1,2 %	2,6 %	4,0 %

Liikennevirasto on määritellyt päästölajeille yksikkökustannuksen hiilimonoksidia lukuun ottamatta. Hiilimonoksidille on määritetty yksikköarvo aikaisemmin Tiehallinnon selvityksessä [30]. Tätä ns. vanhaa arvoa käytetään tässä työssä hiilimonoksidin kohdalla. Muut arvot perustuvat Liikenneviraston tuoreempaan selvitykseen. Päästön yksikkökustannus kuvaa sitä, minkä verran tietty päästötonni aiheuttaa yhteiskunnalle kuluja erityisesti verovaroin tuetun terveydenhuollon kautta [31]. Yksikkökustannukset työssä käytetyille päästölajeille ovat:

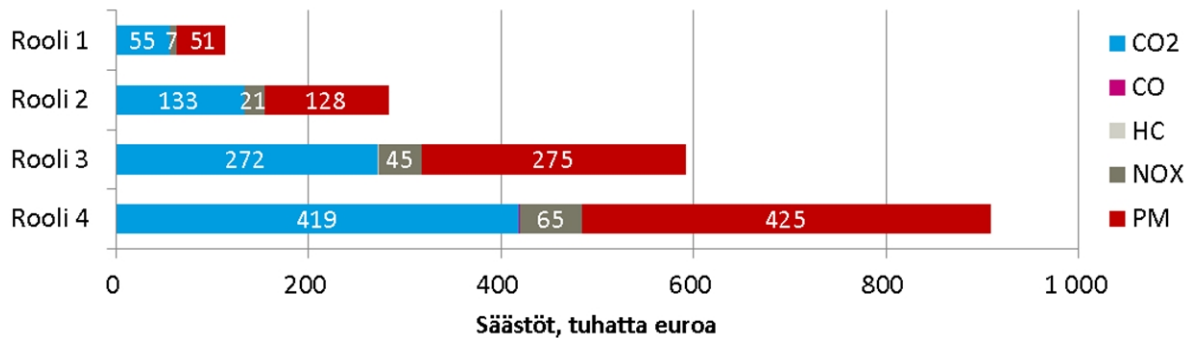
Taulukko 33: Tieliikenteen päästöjen yksikkökustannukset [30] [31].

CO ₂	37 €/t
CO	17 €/t
HC	30 €/t
NO _x	856 €/t
PM	197 555 €/t

Päästöjen yksikkökustannuksissa on merkittäviä eroja. Hiukkaset ovat selkeästi kalleimpia päästöjä, kun taas hiilimonoksidit ovat kustannuksiltaan melko mitättömiä päästöjä. Kertomalla roolien päästövähennykset kunkin päästölajin yksikköhinnalla saadaan tulokseksi päästövähennykset tuomat kustannussäästöt yhteiskunnalle:

Taulukko 34: Roolien vuosittaiset päästövähennykset rahaksi muutettuna vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
CO ₂	55 400 €	133 400 €	272 000 €	418 500 €
CO	110 €	190 €	330 €	600 €
HC	10 €	40 €	80 €	140 €
NO _x	7 000 €	21 000 €	45 000 €	65 000 €
PM	50 600 €	128 300 €	274 800 €	424 800 €
Yhteensä:	113 000 €	283 000 €	592 000 €	909 000 €



Kuva 5: Roolien vuosittaiset päästövähennykset rahaksi muutettuna vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

Kuten taulukosta 34 havaitaan, sähköisen liikenteen suurimmat taloudelliset säästöt syntyvät hiukkas- ja hiilidioksidipäästöjen leikkauksista hiilivety- ja hiilimonoksidipäästöjen säästöjen ollessa marginaalisen pieniä. Kokonaissummat nousevat varsin merkittäviksi, vaikka investointikustannuksiin suhteutettuna säästöt ovatkin varsin pienet. Näin ollen sähköisen liikenteen lisääminen päästoleikkausten vuoksi ei ole suoranaisesti taloudellisesti perusteltua. On kuitenkin huomattava, että kaupungin on joka tapauksessa uusittava ajoneuvokantaansa tietyn väliajoin, joten suosimalla vähäpäästöisiä ajoneuvoja kaupunki saa päästövähennysten kautta myös rahallisia säästöjä, joita ei tule keskipäästöisiä ajoneuvoja hankkimalla. Toinen merkittävä huomiota vaativa seikka on se, että yksityisautoilun sähköistyminen tuottaa päästövähennysten myötä rahallista hyötyä julkiselle sektorille. Täten yksityisen sektorin sähköautoilun tukeminen julkisin varoin on hyvinkin perusteltua.

9. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET

Tampereen uudessa kaupunkistrategiassa on mainittu tavoitteina mm. liikennepäästöjen vähentäminen, kaupunkialueen viihtyisyyden parantaminen sekä uuden liiketoiminnan synnyttäminen. Sähköinen liikenne vastaa suoraan kaikkiin näihin tavoitteisiin. Siten laadittavana oleva *sähköisen liikenteen strategia* on yksi osa Tampereen kaupunkistrategian jalkauttamista ja toimeenpanoa.

Kaupunkistrategiaa tukevien tavoitteiden lisäksi sähköinen liikenne mahdollistaa kaupungin ajoneuvojen liikennöintikustannusten vähentämisen. Se voi myös tarjota työtä tutkimussektorille. Lisäksi sähköistä liikennettä voidaan hyödyntää kaupunkikuvan rakentamisessa ja näkyvyyden hankkimisessa. Pienetkin järkevästi kohdistetut sähköistä liikennettä edistävät toimenpiteet voivat saavuttaa jopa kansainvälistä näkyvyyttä. Toisaalta, mitä enemmän kaupunki sähköiseen liikenteeseen panostaa, sitä suuremmat ovat sähköisen liikenteen tuomat hyödyt ja mahdollisuudet. Tampereen kaupungin tulisi nyt määritellä suhtautumisensa sähköiseen liikenteeseen sekä toimenpiteet, joilla sitä pyritään tulevaisuudessa tarvittaessa edistämään.

Sähköinen liikenne tarjoaa jo nykyisin kiistattomia etuja niille, jotka kykenevät toimimaan sähköajoneuvoilla niiden rajoitteista huolimatta. Tällaisia toimijoita löytyy lukuisia niin yritysmaailmasta kuin Tampereen kaupungin sisältä. Teknologian kehittyminen ja ajoneuvojen oletettu hintojen alentuminen mahdollistavat yhä laajempien käyttäjäryhmien siirtymisen sähköisen liikenteen käyttäjiksi. Tällä hetkellä seuraavat tekijät vaikuttavat sähköajoneuvojen yleistymisnopeuteen:

- Akkujen tekninen kehitys → sähköajoneuvojen toimintasäde
- Akkujen hintakehitys → sähköajoneuvojen hankintahinta
- Akkujen kapasiteetin säilyvyys → sähköajoneuvojen käyttöikä ja lisäkustannusten määrä
- Sähköajoneuvojen todelliset huoltokustannukset → sähköajoneuvojen kannattavuus suhteessa polttomootoriajoneuvoihin
- Polttoaineen ja energian hintakehitys → sähköajoneuvojen kannattavuus suhteessa polttomootoriajoneuvoihin
- Valtiovallan päätökset esim. verotuksen ja kannustimien suhteen → sähköajoneuvojen houkuttelevuus
- Muiden ajoneuvoteknologioiden kehittyminen → sähköajoneuvojen houkuttelevuus

Tässä työssä määriteltiin kaupungille neljä erilaista roolivaihtoehtoa toimenpiteineen (rooleja on käsitelty yksityiskohtaisemmin luvuissa 4–7 sekä vertailtu keskenään luvussa 8):

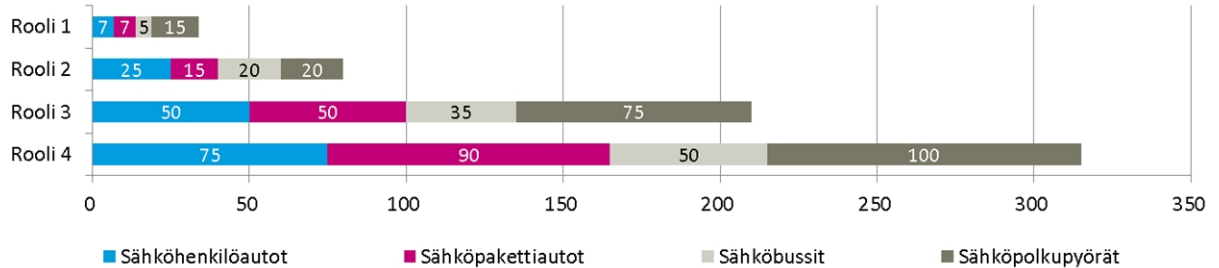
Rooli 1 – Kehityksen seurailija: Passiivinen liikenteen suuntien seurailijan rooli, joka panostaa ennen kaikkea joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen kehittämiseen, mutta ei erityisesti pyri edistämään sähköistä liikennettä. Seuraa kuitenkin tilanteen kehittymistä ja on valmis arvioimaan rooliaan uudelleen.

Rooli 2 – Toimiva toteuttaja: Maltillinen sähköisen liikenteen edistäjä, joka keskittyy ennen kaikkea lisäämään sähköisten ajoneuvojen määrää yritysten ja yksityisten henkilöiden käytössä. Uudistaa hitaasti myös omaa ajoneuvokalustoaan sähköisillä ajoneuvoilla ja rakentaa omien ajoneuvojensa tarpeisiin latauspisteitä.

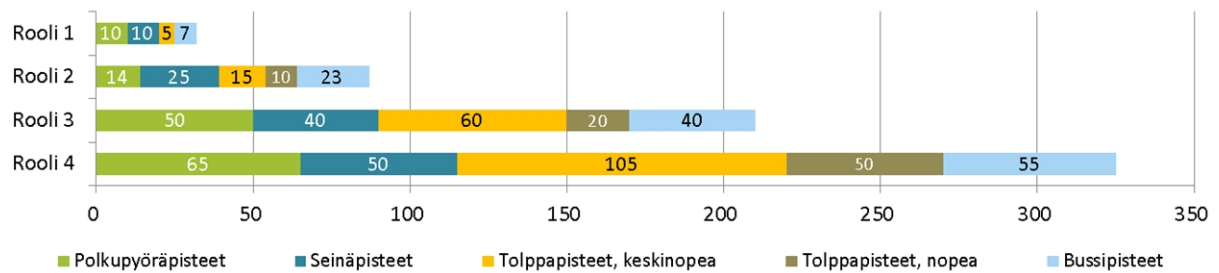
Rooli 3 – Esimerkillinen vaikuttaja: Aktiivinen toimija, joka pyrkii omalla esimerkillään vaikuttamaan sähköisen liikenteen myönteiseen kehittymiseen Tampereella. Tekee etenkin alkuvaiheessa runsaasti investointeja ajoneuvoihin ja latauspisteisiin. Lisäksi tarjoaa yrityksille ja yksityishenkilöille sähköautojen pysäköintiin ja lataukseen liittyviä kannustimia.

Rooli 4 – Valtakunnallinen suunnannäyttävä: Kokonaisvaltainen sähköisen liikenteen edistäjä, joka tavoittelee kansallista ja jopa kansainvälistä sähköisen liikenteen johtajan asemaa ja pyrkii siten luomaan Tampereen alueelle merkittävää sähköisen liikenteen osaamiskeskittymää. Tekee merkittävän määrän ajoneuvo- ja latauspistehankintoja sekä ottaa käyttöön sähköistä liikennettä tukevia etuuksia ja kannustimia.

Roolit eroavat toisistaan erityisesti kaupungin tekemien investointien ja hankintojen määrässä. Roolissa 1 kaupungin investoinnit sähköajoneuvoihin ja latauspisteisiin ovat minimaaliset, kun taas roolissa 4 kaupunki hankkii huomattavan määrän sähköajoneuvoja sekä rakentaa niitä varten riittävästi latauspisteitä. Kuvat 6 ja 7 esittävät, minkä verran ajoneuvo- ja latauspistehankintoja kaupunki tekisi kussakin roolissa vuoteen 2025 mennessä.



Kuva 6: Kaupungin omistamien sähköajoneuvojen määrä vuonna 2025.



Kuva 7: Kaupungin omistamien latauspisteiden määrä vuonna 2025.

Ajoneuvohankinnat muodostavat merkittävimmän osan Tampereen kaupungille syntyvistä sähköisen liikenteen kokonaiskustannuksista. Ajoneuvohankinnoista valtaosa (77–85 % roolista riippuen) syntyy sähköbussien hankinnoista, sillä niiden hinta on tällä hetkellä arviolta noin kaksinkertainen dieselbussien verrattuna (n. 500 000 €). Sähköajoneuvojen hintojen ennustetaan kuitenkin laskevan tulevina vuosina merkittävästi niiden akkujen halventuessa.

Taulukko 35: Roolien kokonaiskustannukset (euroa) 8 vuoden ajoneuvojen käyttöajalla vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
Ajoneuvojen hankintakustannukset (suluissa erotus polttomoottoriajoneuvojen hankintaan verrattuna)	3 145 000 (+1 469 000)	11 720 000 (+5 612 000)	22 075 000 (+10 295 000)	32 675 000 (+15 035 000)
Infrakustannukset 35 % investointituella	309 000	1 150 000	2 165 000	3 406 000
Käyttökustannukset/ 8 vuotta	514 000	1 967 000	3 610 000	5 285 000
Huoltokustannukset/ 8 vuotta	684 000	2 679 000	4 797 000	6 934 000
Akkujen vaihdot	375 000	1 500 000	2 625 000	3 750 000
Yhteensä	5 027 000	19 016 000	35 272 000	52 050 000

Jotta sähköajoneuvot olisivat kannattavia, tulisi niiden maksaa takaisin polttomoottoriajoneuvoihin nähden korkeampi hankintahintansa elinkaarensa aikana. Laskelmien mukaan sähköiset ajoneuvot maksavat nykytilanteessa polttomoottoriajoneuvoihin nähden korkeamman hankintahintansa takaisin hieman yli 7 vuodessa alhaisempien käyttö- ja huoltokustannuksien avulla. Muiden ajoneuvokustannusten, kuten verojen ja vakuutusten, osalta sähköautoilla ja polttomoottoriautoilla ei tällä hetkellä ole merkittävää eroa suuntaan eikä toiseen.

Taulukko 36: Sähköajoneuvojen korkeampien hankintahintojen takaisinmaksuajat vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
Hankintakustannusten erotus	1 469 000 €	5 612 000 €	10 295 000 €	15 035 000 €
Akkujen vaihdot	+375 000 €	+1 500 000 €	+2 625 000 €	+3 750 000 €
Käyttökustannusten erotus/vuosi	- 213 000 €	- 828 000 €	- 1 491 000 €	- 2 161 000 €
Huoltokustannusten erotus/vuosi	- 44 000 €	- 170 000 €	- 307 000 €	- 445 000 €
Takaisinmaksuaika	7,2 v	7,1 v	7,2 v	7,2 v

Sähköhenkilö- ja pakettiautojen takaisinmaksuajat ovat sähköbussseja pidemmät, sillä sähköbussien käyttövoimasäästöt ovat hyvin merkittävät suurten ajomäärien myötä. Sähköiset ajoneuvot soveltuvat hyvin Tampereen kaupungin käyttöön, sillä kaupungin ajoneuvojen käyttöikä on keskimäärin 8–10 vuotta. Taulukko 37 esittää kokonaissumman sähköajoneuvojen 8 vuoden käyttöaikana tuomista käyttövoima- ja huoltokustannussäästöistä:

Taulukko 37: Roolien kaupungille tuomat säästöt 8 vuodessa vuoden 2025 ajoneuvomäärillä.

	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
Käyttövoimasäästöt/ 8 vuotta	1 700 000 €	6 622 000 €	11 925 000 €	17 287 000 €
Huoltokustannussäästöt/ 8 vuotta	350 000 €	1 360 000 €	2 452 000 €	3 557 000 €
Yhteensä	2 050 000 €	7 982 000 €	14 377 000 €	20 844 000 €

Huomattavien käyttövoima- ja huoltokustannussäästöjen lisäksi liikenteen sähköistyminen vähentää liikenteestä syntyviä päästöjä edellyttäen, että ajoneuvojen tarvitsema sähkö tuotetaan puhtaasti. Päästöt ovat suoraan yhteydessä ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin. Liikenneviraston päästöjen yksikköhintojen perusteella yhteiskunta säästäisi terveydenhuollon kustannuksissa taulukon 38 osoittaman määrän 8 vuodessa:

Taulukko 38: Roolien päästösäästöt rahaksi muutettuna vuoden 2025 ajoneuvomäärillä (sisältää myös yksityisen sektorin ajoneuvot).

	Rooli 1	Rooli 2	Rooli 3	Rooli 4
Päästösäästöt/ 8 vuotta	904 000	2 264 000	4 736 000	7 272 000

Yhteenvedo voidaan todeta, että sähköinen liikenne vaikuttaisi olevan jo nykyisellään alhaisempien käytön aikaisten kustannusten perusteella kannattavaa, minkä lisäksi sen muut hyödyt, kuten päästösäästöt ja kaupunkialueen viihtyisyyden kohentuminen parantavat sähköisen liikenteen kokonaiskannattavuutta julkisen sektorin näkökulmasta.

Strategiatyön seuraavat vaiheet

Mikäli Tampereen kaupunki päättää ryhtyä panostamaan sähköisen liikenteen edistämiseen, jonkin edellä esitetyn roolin tai niiden yhdistelmän mukaan, tulee sen seuraavassa vaiheessa laatia lopullinen sähköisen liikenteen strategia tavoitteineen, konkreettisine toimenpiteineen ja toteutusaikatauluineen. Viimeistään strategian valmistuttua, mieluummin jo rinnan strategian valmistelun kanssa tulee kaupungin myös käynnistää ensimmäiset toimenpiteet sähköisen liikenteen edistämiseksi.

Toimenpidetasolla Tampereen kaupungin tulee panostaa paitsi oman ajoneuvokalustonsa myös yksityisen sektorin ajoneuvojen sähköistämiseen. Kaupungin kannattaisi aloittaa lisäämällä ihmisten tietoisuutta sähköautoilun eduista ja mahdollisuuksista esim. koeajotilaisuuksien avulla. Kaupungin on myös syytä harkita joidenkin väliaikaisten sähköisen liikenteen houkuttelevuutta parantavien kannustimien käyttöönottoa. Kannustimet voivat kohdistua paitsi yksityisautoiluun myös esim. taksi- ja jakeluliikenteeseen. Maailmalla on käytetty mm. seuraavanlaisia kannustimia:

- Sähköajoneuvojen pysäköinnin tukeminen
- Sähköajoneuvojen latauksen tukeminen
- Sähköistetyin taksiliikenteen jonotusetuudet
- Sähköistetyin jakeluliikenteen etuudet (esim. laajemmat jakeluajat keskusta-alueella)
- Joukkoliikennekaistojen käytön salliminen sähköajoneuvoilla
- Vapautus ruuhkamaksuista.

Näiden lisäksi kaupungin on laadittava yksityiskohtainen suunnitelma sähköajoneuvojen latauspisteverkoston pystyttämiseksi. Kaupungin omien latauspisteiden lisäksi niitä tulisi saada merkittävien palvelukeskittymien yhteyteen, kuten pysäköintihalleihin sekä kauppakeskuksiin. Kattavan latauspisteverkoston syntymistä voitaisiin nopeuttaa myös edellyttämällä sähköautojen latauksen huomioiminen uusissa rakennuksissa.

LÄHTEET

- [1] Tampereen kaupunkistrategia 2025 [verkkodokumentti]. Tampereen kaupunki [viitattu 23.1.2013]. Saatavissa: http://www.tampere.fi/material/attachments/k/6loZ2as0k/DK_TRE_strategia_suomi_kevyt.pdf.
- [2] Kahilaniemi, S. Hänninen, T. Stenman, P. Lumiaho, T. 2014. Taustaselvitys Tampereen kaupungin sähköisen liikenteen strategiatyölle. Tampereen kaupunki. 50 s.
- [3] HSL. 2011. Johdinautoliikenteen hankeselvitys. Saatavissa: https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/13_2011_johdinautoliikenteen_hankeselvitys.pdf.
- [4] Siemensin sähköbussi koekäyttöön Porvooseen. Kauppalehti 28.6.2013 [verkkodokumentti]. [viitattu 28.1.2014]. Saatavissa: <http://www.kauppalehti.fi/auto/uutiset/siemensin+sa+hkobussi+koekayttoon+porvooseen/201306450411>.
- [5] Sähkömoottoripyörä kääntää katseita kaupungilla. Helsingin uutiset 25.7.2013 [verkkodokumentti]. [viitattu 28.1.2014]. Saatavissa: <http://www.helsingin uutiset.fi/artikkeli/247315-sahkomoottoripyora-kaantaa-katseita-kaupungilla>.
- [6] Biltema. Sähköpolkupyörä 28", Miehillä. [verkkodokumentti]. [viitattu 28.1.2014]. Saatavissa: <http://biltema.fi/fi/Vapaa-aika/Polkupyorat/Polkupyorat-ja-vaunut/Miehillä/Sahkopolkupyora-28-Miehillä-271306/>.
- [7] Sähköpostiviesti, Pertti Saloranta, Ensto Finland Oy, 16.1.2014.
- [8] Sähköpostiviesti, Timo Sinkkova, Elpac Oy, 18.2.2014.
- [9] Unkuri, A. 2011. Sähköautojen vaikutukset kaupungin sähkönjakeluverkkoon. Tampereen teknillinen yliopisto. 63 s.
- [10] Nissan Leaf. [verkkodokumentti]. Nissan [viitattu 3.2.2014]. Saatavissa: <http://www.nissan.fi/FI/fi/vehicle/electric-vehicles/leaf.html>.
- [11] Vito E-CELL tila-auto [verkkodokumentti]. Mercedes Benz [viitattu 30.1.2014]. Saatavissa: http://www.mercedes-benz.fi/content/media_library/finland/vans/brochures/vito_e_cell.obeject-Single-MEDIA.download.tmp/Vito_e-cell_tila-auto_vans_born_to_run.pdf.
- [12] Ebusco YTP-1 [verkkodokumentti]. Ebusco [viitattu 30.1.2014]. Saatavissa: <http://www.ebusco.eu/en/electric-buses/ytp-1>.
- [13] Brammo Empulse [verkkodokumentti]. Brammo [viitattu 30.1.2014]. Saatavissa: http://www.brammo.com/empulse_specifications/.
- [14] Tunturi sähköpyörät – Pyörämallit [verkkodokumentti]. Tunturi Hellberg Oy [viitattu 30.1.2014]. Saatavissa: <http://sahkopyorat.tunturi.fi/pyoramallit/>.
- [15] Vito pakettiauto – moottorit [verkkodokumentti] Mercedes Benz [viitattu 30.1.2014]. Saatavissa: http://www.mercedes-benz.fi/content/finland/mpc/mpc_finland_website/fi/home_mpc/van/home/new_vans/models/vito_639/panel_van_/data/engines.html.
- [16] Trafi. Veron rakenne ja määrä [verkkodokumentti]. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi [viitattu 29.1.2014]. Saatavissa: http://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron_rakenne_ja_maara.
- [17] Trafi. Ajoneuvoverolaskurit [verkkodokumentti]. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi [viitattu 29.1.2014]. Saatavissa: http://www.trafi.fi/tieliikenne/verotus/ajoneuvovero/veron_maksaminen/ajoneuvoverolaskurit.
- [18] Alternative Fuels Data Center. Maintenance and Safety of Hybrid and Plug-In Electric Vehicles [verkkodokumentti]. U.S. Department of Energy [viitattu 30.1.2014]. Saatavissa: http://www.afdc.energy.gov/vehicles/electric_maintenance.html.
- [19] Casapiccola, A. 2014. E-Mobility in the Austrian Post. Esitys, Emobility Works kick-off meeting. Graz, Itävalta.

- [20] Tervonen, J. Ristikartano, J. Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvot 2010. Helsinki, Liikenneviraston ohjeita 21/2010. 15 s.
- [21] Sähköpostiviesti, Kalle Keinonen, Tampereen Kaupunkiliikenne Liikelaitos, 14.3.2014.
- [22] Pihlatie, M. 2013. Sähköbussien käyttökonseptit ja latausjärjestelmät. Esitys, Paikallisliikennepäivät 20.9.2013. Saatavissa:
http://www.paikallisliikenneliitto.com/plpaivat/liitteet/PLP_2013_MPi.pdf.
- [23] Kalenoja, H. Kallberg, H. 2008. Liikenteen ympäristövaikutukset. Tampereen teknillinen yliopisto, Liikenne- ja kuljetustekniikan laitos, opetusmoniste 37. 206 s.
- [24] LIPASTO – Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä [verkkodokumentti]. VTT. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>.
- [25] VNp 993/1992. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista.
- [26] Ruska, M. Kiviluoma, J. Koreneff, G. 2010. Sähköautojen laajan käyttöönoton skenaarioita ja vaikutuksia sähköjärjestelmään. VTT Working papers 155. 47 s.
- [27] Keskustelu Timo Hänninen – Jouni Kumanto, Tampereen Infra. 11.12.2013 ja 31.1.2014.
- [28] Tampereen kaupungin rakennusjärjestys. Tampereen kaupungin ympäristötoimen julkaisu- ja 1/2000. 26 s.
- [29] LIPASTO – Läänien ja kuntien tieliikenteen pakokaasupäästöt vuosina 2011–2012 [verkkodokumentti]. VTT [viitattu 23.1.2014]. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/kunnat2.htm>.
- [30] Tervonen, J. Ristikartano, J. Penttinen, M. 2005. Tieliikenteen ajokustannusten yksikköarvojen määrittäminen – Taustaraportti 2005. Tiehallinto, sisäisiä julkaisuja 48/2005. 54 s.
- [31] Gynther, L. Tervonen, J. Hippinen, I. Lovén, K. Salmi, J. Soares, J. Torkkeli, S. Tikka, T. 2012. Liikenteen päästökustannukset. Helsinki, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 23/2012. 188 s.

LIITE 1: SÄHKÖAJONEUVOJEN PÄÄSTÖLASKELMAT

Taulukko 39: Arvioidut päästövähennykset kilometriä kohden Tampereella 2015–2025 roolilla 1.

	Päästö	2015	2020	2025
Henkilöautot	CO ₂	2649,60 g	9108,00 g	34279,20 g
	CO	25,98 g	89,32 g	336,17 g
	HC	0,54 g	1,87 g	7,04 g
	NO _x	1,70 g	5,83 g	21,94 g
	PM	0,09 g	0,32 g	1,20 g
Pakettiautot	CO ₂	1862,00 g	3990,00 g	7182,00 g
	CO	4,69 g	10,05 g	18,09 g
	HC	1,19 g	2,55 g	4,59 g
	NO _x	7,70 g	16,50 g	29,70 g
	PM	0,84 g	1,80 g	3,24 g
Bussit	CO ₂	1039,00 g	4156,00 g	10390,00 g
	CO	1,00 g	4,00 g	10,00 g
	HC	0,17 g	0,68 g	1,70 g
	NO _x	9,00 g	36,00 g	90,00 g
	PM	0,19 g	0,76 g	1,90 g
Moottoripyörät ja mopot	CO ₂	335,00 g	1005,00 g	1675,00 g
	CO	10,00 g	30,00 g	50,00 g
	HC	1,50 g	4,5 g	7,5 g
	NO _x	0,75 g	2,25 g	3,75 g
	PM	0,85 g	2,55 g	4,25 g

Taulukko 40: Arvioidut päästövähennykset kilometriä kohden Tampereella 2015–2025 roolilla 2.

	Päästö	2015	2020	2025
Henkilöautot	CO ₂	3808,80 g	15732,00 g	53820,00 g
	CO	37,35 g	154,28 g	527,80 g
	HC	3,91 g	16,15 g	55,25 g
	NO _x	8,51 g	35,15 g	120,25 g
	PM	0,19 g	0,80 g	2,10 g
Pakettiautot	CO ₂	2926,00 g	7980,00 g	14630,00 g
	CO	7,37 g	20,10 g	36,85 g
	HC	1,87 g	5,10 g	9,35 g
	NO _x	12,10 g	33,00 g	60,50 g
	PM	1,32 g	3,60 g	6,60 g
Bussit	CO ₂	4156,00 g	15585,00 g	31170,00 g
	CO	4,00 g	15,00 g	30,00 g
	HC	0,68 g	2,55 g	5,10 g
	NO _x	36,00 g	135,00 g	270,00 g
	PM	0,76 g	2,85 g	5,70 g
Moottoripyörät ja mopot	CO ₂	335,00 g	1340,00 g	2345,00 g
	CO	10,00 g	40,00 g	70,00 g
	HC	1,50 g	6,00 g	10,50 g
	NO _x	0,75 g	3,00 g	5,25 g
	PM	0,85 g	3,40 g	5,95 g

Taulukko 41: Arvioidut päästövähennykset kilometriä kohden Tampereella 2015–2025 roolilla 3.

	Päästö	2015	2020	2025
Henkilöautot	CO ₂	6624,00 g	33948,00 g	82800,00 g
	CO	64,96 g	332,92 g	812,00 g
	HC	6,80 g	34,85 g	85,00 g
	NO _x	14,80 g	75,85 g	185,00 g
	PM	0,34 g	1,73 g	3,23 g
Pakettiautot	CO ₂	6650,00 g	18620,00 g	34580,00 g
	CO	16,75 g	46,90 g	87,10 g
	HC	4,25 g	11,90 g	22,10 g
	NO _x	27,50 g	77,00 g	143,00 g
	PM	3,00 g	8,40 g	15,60 g
Bussit	CO ₂	10390,00 g	31170,00 g	67535,00 g
	CO	10,00 g	30,00 g	65,00 g
	HC	1,70 g	5,10 g	11,05 g
	NO _x	90,00 g	270,00 g	585,00 g
	PM	1,90 g	5,70 g	12,35 g
Moottoripyörät ja mopot	CO ₂	670,00 g	2345,00 g	3350,00 g
	CO	20,00 g	70,00 g	100,00 g
	HC	3,00 g	10,50 g	15,00 g
	NO _x	1,50 g	5,25 g	7,50 g
	PM	1,70 g	5,95 g	8,50 g

Taulukko 42: Arvioidut päästövähennykset kilometriä kohden Tampereella 2015–2025 roolilla 4.

	Päästö	2015	2020	2025
Henkilöautot	CO ₂	16560,00 g	57960,00 g	161460,00 g
	CO	162,40 g	568,40 g	1583,40 g
	HC	17,00 g	59,50 g	165,75 g
	NO _x	37,00 g	129,50 g	360,75 g
	PM	0,84 g	2,95 g	6,30 g
Pakettiautot	CO ₂	10640,00 g	34580,00 g	69160,00 g
	CO	26,80 g	87,10 g	174,20 g
	HC	6,80 g	22,10 g	44,20 g
	NO _x	44,00 g	143,00 g	286,00 g
	PM	4,80 g	15,60 g	31,20 g
Bussit	CO ₂	15585,00 g	51950,00 g	93510,00 g
	CO	15,00 g	50,00 g	90,00 g
	HC	2,55 g	8,50 g	15,30 g
	NO _x	135,00 g	450,00 g	810,00 g
	PM	2,85 g	9,50 g	17,10 g
Moottoripyörät ja mopot	CO ₂	1005,00 g	3350,00 g	5025,00 g
	CO	30,00 g	100,00 g	150,00 g
	HC	4,50 g	15,00 g	22,50 g
	NO _x	2,25 g	7,50 g	11,25 g
	PM	2,55 g	8,50 g	12,75 g