



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

TAAVI KORKEAKOSKI

# **Julkisen liikenteen sähköistäminen Sa- takunnan alueella**

LOGISTIIKAN TUTKINTO-OHJELMA  
2025

## TIIVISTELMÄ

Korkeakoski, Taavi: Julkisen liikenteen sähköistäminen Satakunnan alueella  
Opinnäytetyö, AMK  
Insinööri (AMK), Logistiikka  
Toukokuu 2025  
Sivumäärä: 42

Opinnäytetyössä haluttiin selvittää, miten julkisen liikenteen sähköistäminen voidaan toteuttaa Satakunnan alueella ja millaisia vaikutuksia sillä on ympäristön, talouden ja yhteiskunnan kannalta. Tutkimuksessa tarkasteltiin sähköisen liikenteen merkitystä osana Suomen ja EU:n ilmastotavoitteita, painottaen erityisesti Porin ja Rauman seutujen kehitystä.

Teoriaosuudessa käsiteltiin sähköistämiseen liittyviä keskeisiä aiheita, kuten sähköbussien teknologiaa, uusiutuvia energialähteitä ja Triple Bottom Line -ajattelumallia, jossa yhdistyvät taloudelliset, ympäristölliset ja sosiaaliset näkökulmat. Lisäksi teoriaosuudessa käytiin läpi sähköistämisen kansallinen ja kansainvälinen tilanne sekä arvioitiin, miten sähköinen joukkoliikenne saattoi vaikuttaa päästöihin, energiankulutukseen ja ilmanlaatuun.

Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena, jossa käytetään laadullisia menetelmiä. Empiirisessä osiossa hyödynnettiin haastatteluja, joissa mukana olivat Porin Linjat Oy:n edustaja, Rauman liikennesuunnittelija ja sähköbussien maa-hantuontiyritys YES-EU.

Tutkimuksen perusteella havaittiin, että sähköbussit tarjoavat merkittäviä ympäristö- ja taloushyötyjä pitkällä aikavälillä, mutta käyttöönotto vaati huomattavia alkuinvestointeja, infrastruktuurin kehittämistä sekä poliittista ja taloudellista tukea. Erityisesti Porin alueella sähköistämiseen suhtauduttiin myönteisesti, mutta haasteita tuottivat muun muassa latausinfrastruktuurin puutteet ja sähköbussien toimitusajat.

Raumalla sähköistämistä suunniteltiin vaiheittain, ja tavoitteena oli siirtyä sähköiseen kalustoon seuraavan liikennöintisopimuskauden aikana. Rauman tilanne kuvasti pienempien kaupunkien erityisiä haasteita, kuten sähköbussien korkeaa hankintahintaa, latausvalmiuksien puutetta ja koulukuljetuspainotteista liikenteen rakennetta.

Avainsanat: Sähköajoneuvot, Joukkoliikenne, Uusiutuvat energialähteet, Kestävä kehitys, Satakunta, Pori, Rauma

## ABSTRACT

Korkeakoski, Taavi: Electrification of Public Transport in the Satakunta Region  
Bachelor's Thesis, Satakunta University of Applied Sciences  
Bachelor of Engineering, Logistics  
May 2025  
Number of pages: 42

The aim of this thesis was to explore how public transport electrification can be implemented in the Satakunta region and what kind of impact it may have on the environment, economy, and society. The study examined the significance of electric transport as part of Finland's and the EU's climate goals, with a particular focus on the development of the Pori and Rauma areas.

The theoretical section covered key topics related to electrification, such as electric bus technology, renewable energy sources, and the Triple Bottom Line approach, which combines economic, environmental, and social perspectives. It also reviewed the national and international status of electrification and evaluated how electric public transport can affect emissions, energy consumption, and air quality.

The study was conducted as a case study, using qualitative methods. In the empirical part, interviews were utilized, involving representatives from Porin Linjat Oy, Rauma's traffic planner, and the electric bus import company YES-EU.

Based on the study, it was found that electric buses offer significant long-term environmental and economic benefits, but their implementation requires substantial initial investments, infrastructure development, and both political and financial support. In particular, the Pori area shows a positive attitude towards electrification, although challenges remain, such as the lack of charging infrastructure and long delivery times for electric buses.

In Rauma, electrification is approaching gradually, with the goal of transitioning to an electric fleet during the next public transport contract period. Rauma's case highlights the specific challenges smaller cities face, such as high vehicle costs, limited charging infrastructure, and a service structure focused on school transportation.

Keywords: Keywords: Electric vehicles, Public transport, Renewable energy sources, Sustainable development, Satakunta, Pori, Rauma

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAUSTAT JA RAJAUS .....	7
3 TRIPLE BOTTOM LINE .....	8
3.1 Taloudellinen näkökulma .....	9
3.2 Ympäristöllinen näkökulma .....	10
3.3 Sosiaalinen näkökulma .....	10
4 LIIKENTEEEN SÄHKÖISTÄMINEN .....	11
4.1 Sähköistyminen Suomessa .....	12
4.2 Sähköinen julkinen liikenne Suomessa .....	13
4.3 Pitkän aikavälin ympäristölliset ja taloudelliset vaikutukset .....	14
4.4 Ympäristövaikutusten määrittely ja laskenta .....	15
5 SATAKUNNAN JULKINEN LIIKENNE .....	16
5.1 Porin sähköbussiliikenne .....	17
5.2 Julkisen liikenteen problematiikka .....	17
5.3 Satakunnan maakuntaohjelman 2026–2029 valmistelu .....	18
6 TUTKIMUSMETODOLOGIA .....	19
6.1 Tutkimusmenetelmät .....	19
6.2 Tiedonkeruumenetelmät ja aineistolähteet .....	20
7 HAASTATTELUJEN TULOKSET .....	21
7.1 Porin Linjat Oy:n esittely ja haastattelu .....	21
7.1.1 Porin Linjat Oy:n toimintamalli .....	22
7.1.2 Joukkoliikenteen sähköistäminen Porissa .....	22
7.1.3 Haasteet ja mahdollisuudet sähköistämisessä .....	23
7.1.4 Tulevaisuuden näkymät .....	24
7.2 YES-EU-haastattelu ja esittely .....	25
7.2.1 Sähköbussien markkinatilanne Suomessa .....	26
7.2.2 Sähköbussien toimivuus Suomen olosuhteissa .....	26
7.2.3 Sähköbussien huolto ja ylläpito .....	27
7.2.4 Haasteet ja mahdollisuudet sähköbussien käyttöönotossa .....	27
7.2.5 Tulevaisuuden näkymät sähköbussiliikenteelle .....	28
7.3 Rauman kaupungin näkökulma sähköisen joukkoliikenteen kehittämiseen .....	28
7.3.1 Nykytila ja sähköistymisen haasteet .....	29
7.3.2 Kalusto ja liikenteen rakenne .....	29
7.3.3 Tulevaisuuden suunnitelmat ja sähköbussien käyttöönotto .....	30

7.3.4 Pilotit ja erityisliikenne.....	30
7.3.5 Näkymät Satakunnan alueella .....	30
8 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	31
8.1 Porin ja Rauman kehitysvaiheet vertailussa .....	32
8.2 Keskeiset tutkimuskysymykset ja niihin saadut vastaukset .....	33
LÄHTEET .....	36
LIITE 1: PUOLISTRUKTUROITU HAASTATTELURUNKO .....	42

## 1 JOHDANTO

Satakunnan julkisen liikenteen sähköistäminen nähdään keskeisenä askeleena Suomen kunnianhimoisten ilmastotavoitteiden saavuttamisessa. Tässä tutkimuksessa pyritään selvittämään, millä keinoilla Satakunnan alueen julkinen liikenne voidaan sähköistää ja saada toimimaan uusiutuvilla energialähteillä. Tällä tuetaan Suomen jatkuvia pyrkimyksiä hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi ja Euroopan unionin ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Suomi on sitoutunut vähentämään kansallisia päästöjään 60 prosenttia vuoteen 2030 mennessä osana EU:n ilmastotoimien puitteita (Ympäristöministeriö, n.d).

Julkinen liikenne, jota kutsutaan myös joukkoliikenteeksi, tarkoittaa liikennejärjestelmää, jossa kuljetuspalveluja tarjotaan kaikille avoimesti, usein aikataulutettuna ja ennalta määrätyillä reiteillä. Tässä tutkimuksessa termejä julkinen liikenne ja joukkoliikenne käytetään synonyymeina viittaamaan samaan ilmiöön. (Traficom, 2021)

Satakunnan elinkeinoelämän kuljetusten kilpailukyky ja sujuvuus pyritään turvaamaan. Työssäkäynti- ja opiskelualueiden kasvu edellyttää toimivia liikenneyhteyksiä. Ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi nähdään kuitenkin välttämättömäksi liikenteen päästöjen vähentäminen investoimalla ympäristöystävällisempiin kulkumuotoihin, liikenteen sähköistämiseen ja digitaalisten palveluiden saavutettavuuteen. (Satakunta, n.d)

Satakunnassa edistytään nopeasti liikenteen sähköistämisessä erityisesti sähköllä toimivien kevyiden kulkuneuvojen huomattavan kasvun myötä. Näiden kulkuneuvojen suosio kasvaa merkittävästi, mikä osaltaan vähentää henkilöautoliikenteen tarvetta kaupunkialueilla ja lyhyillä matkoilla. Kevyiden sähköisten kulkumuotojen lisääntyminen tukee myös julkisen liikenteen saavutettavuutta, sillä niitä käytetään tehokkaina ensimmäisen ja viimeisen kilometrin

liikkumismuotoina, mikä helpottaa siirtymistä joukkoliikenteen pariin. (Satakuntaliitto, 2022)

Tutkimuksessa hyödynnetään tekoälypohjaista työkalua (ChatGPT, OpenAI). Tekoälypohjaista työkalua käytetään tutkimuksen eri vaiheissa tukemaan kirjoitusprosessia. Sitä hyödynnetään kirjoitusvirheiden korjaamiseen, puhekielisyksien poistamiseen sekä ylimääräisten verbien karsimiseen, jotta tutkimuksen kokonaisrakenne säilyy johdonmukaisena ja helposti ymmärrettävänä.

## 2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAUSTAT JA RAJAUS

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää erilaisia keinoja, joilla voidaan saavuttaa ilmastoministeriön asettamat vuoden 2030 kansalliset päästövähennystavoitteet Satakunnan alueella julkisen liikenteen sähköistämisen avulla (Ilmasto-opas, 2022). Tutkimuksessa selvitetään myös mahdollisia uusiutuvan energian lähteitä, joita voidaan hyödyntää näiden tavoitteiden saavuttamiseksi (Motiva, n.d).

Tutkimuksella nähdään olevan potentiaalia edistää Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamista erityisesti liikennesektorin osalta, joka on yksi suurimmista kasvihuonekaasupäästöjen lähteistä (Ilmasto-opas, 2022). Lisäksi tarjoutuu mahdollisuus pienentää yksittäisten henkilöiden hiilijalanjälkeä, sillä sähköinen joukkoliikenne tarjoaa vähäpäästöisen vaihtoehdon yksityisautoilulle (Satakunnan ilmasto- ja energiastrategia, 2021). Tämä muutos voi myös lisätä ympäristötietoisuutta ja kannustaa laajempaan siirtymiseen kestäviin liikkumismuotoihin, mikä luo positiivisia vaikutuksia sekä paikallisesti että valtakunnallisesti (Satakuntaliitto, 2022).

Tutkimuksessa keskitytään Satakunnan alueen julkisen liikenteen sähköistämiseen ja liikenteen yleiseen kehittämiseen (Satakuntaliitto, 2022). Erityishuomio kohdistetaan sähköistämisen ympäristövaikutuksiin Satakunnan

kaupungeissa sekä uusiutuvan energian hyödyntämiseen osana tätä prosessia (Satakunnan ilmasto- ja energiastrategia, 2021).

Tässä tutkimuksessa pyritään vastaamaan kolmeen tutkimuskysymykseen

1. Millainen on Satakunnan julkisen liikenteen nykytilanne kestävän kehityksen ja vastuullisuuden kannalta?
2. Millä tavoin julkisen liikenteen sähköistäminen vaikuttaa ympäristön tilaan Satakunnassa?
3. Mitkä haasteet voivat estää satakunnan julkisen liikenteen sähköistämistä?

Näihin tutkimuskysymyksiin päädytään analysoimalla sekä Satakunnan alueen nykytilaa että valtakunnallisia ja kansainvälisiä ilmastotavoitteita.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan Satakunnan alueen julkiseen liikenteeseen. Kaupunkialueilla, kuten Porissa ja Raumalla, keskitytään tehokkaaseen joukkoliikenteeseen. Lisäksi Satakunnan elinkeinorakenne, erityisesti satamien ja teollisuusalueiden tarpeet, korostaa julkisen liikenteen sähköistämisen tärkeyttä alueen taloudelliselle kilpailukyvyille ja kestäväyydelle.

### 3 TRIPLE BOTTOM LINE

Tutkimuksessa hyödynnetään Triple Bottom Line (TBL) -lähestymistapaa, koska se tarjoaa monipuolisen ja laaja-alaisen kehyksen julkisen liikenteen sähköistämisen vaikutusten arviointiin. Sen käyttö mahdollistaa kokonaisvaltaisen tarkastelun, jossa otetaan huomioon eri sidosryhmien intressit sekä pitkän aikavälin kestävyys. TBL auttaa tunnistamaan sähköistämisen mukanaan tuomia mahdollisuuksia ja haasteita, mikä tukee päätöksentekoa ja varmistaa, että ratkaisut ovat tasapainoisia ja toteuttamiskelpoisia. Lisäksi sen avulla voidaan vertailla eri vaihtoehtoja ja varmistaa, että kehitys edistää alueellisia ja valtakunnallisia tavoitteita mahdollisimman tehokkaasti (Jonker, 2023).

Triple Bottom Line (TBL) on kestävän kehityksen viitekehys, jonka kehittää brittiläinen liiketaloustieteilijä ja kestävän kehityksen asiantuntija John Elkington vuonna 1994. TBL korostaa kolmea keskeistä ulottuvuutta: taloudellista, sosiaalista ja ympäristöllistä kestävyyttä. Näiden kolmen näkökulman huomioon ottaminen auttaa arvioimaan toimenpiteiden vaikutuksia laaja-alaisesti ja pitkäjänteisesti (Jonker, 2023).

### 3.1 Taloudellinen näkökulma

Julkisen liikenteen sähköistäminen sisältää useita taloudellisia näkökohtia, kuten investointi- ja käyttökustannukset, pitkän aikavälin säästöt sekä vaikutukset alueelliseen talouskehitykseen. Sähköbussien hankintahinta on merkittävästi korkeampi kuin perinteisten dieselbussien, ja niiden ostohinta voi olla jopa kaksinkertainen. Lisäksi latausinfrastruktuurin rakentaminen ja sähköverkon kapasiteetin vahvistaminen lisäävät alkuinvestointien määrää. Esimerkiksi Turun seudulla 30 sähköbussin hankinta voi edellyttää 15–20 miljoonan euron investoinnin (Kestävyysloikka, 2024).

Sähköbussien käyttökustannukset ovat kuitenkin alhaisemmat, sillä sähkön hinta on vakaampi ja edullisempi kuin fossiilisten polttoaineiden, ja niiden huoltotarve on vähäisempi yksinkertaisemmän teknologian ansiosta. Tutkimusten mukaan sähköbussit voivat olla kaupunkiliikenteessä noin 9 % edullisempia elinkaarikustannuksiltaan, vaikka niiden hankintahinta olisi 100 % korkeampi (Virtanen, 2023).

Pitkällä aikavälillä sähköistämiseen liittyvät operatiiviset säästöt voivat osittain kompensoida korkeita alkuinvestointeja, mikä tekee sähköisestä joukkoliikenteestä taloudellisesti kannattavan vaihtoehdon. Teknologian kehittyessä ja massatuotannon kasvaessa myös ajoneuvojen ja infrastruktuurin kustannukset voivat laskea entisestään (Moksu, 2024).

### 3.2 Ympäristöllinen näkökulma

Julkisen liikenteen sähköistäminen tarjoaa merkittäviä ympäristöetuja, erityisesti päästövähennysten, energiatehokkuuden ja uusiutuvien energialähteiden hyödyntämisen osalta. Perinteiset dieselkäyttöiset linja-autot aiheuttavat runsaasti hiilidioksidipäästöjä ja muita ilman epäpuhtauksia, kuten typen oksideja ja pienhiukkasia, jotka heikentävät ilmanlaatua kaupungeissa ja voivat aiheuttaa terveysongelmia, kuten hengityselinsairauksia sekä sydän- ja verisuonitauteja (European Environment Agency, 2023). Sähköbussien käyttöönotto vähentää merkittävästi kasvihuonekaasupäästöjä, erityisesti silloin, kun sähkö tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä, kuten tuuli- ja aurinkovoimalla (International Energy Agency, 2024).

Sähköbussit ovat energiatehokkuudeltaan ylivoimaisia perinteisiin polttomoottorikäyttöisiin ajoneuvoihin verrattuna. Sähkömoottorien hyötysuhde voi olla jopa 85–90 %, kun taas dieselmoottorien hyötysuhde jää usein 30–40 %:iin (U.S. Department of Energy, n.d). Tämä tarkoittaa, että sähköbussit kuluttavat vähemmän energiaa per matkustajakilometri, mikä tekee niistä kestävämmän vaihtoehdon pitkällä aikavälillä.

Sähköisen liikenteen ympäristöystävällisyys riippuu kuitenkin olennaisesti energiantuotannon lähteistä. Mikäli sähkö tuotetaan fossiililla polttoaineilla, sähköbussien elinkaaren aikaiset päästöt voivat olla korkeammat kuin uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tapauksessa. Euroopan komission tuoreen raportin mukaan sähköbussien elinkaaripäästöt voivat olla jopa 70 % alhaisemmat, jos ne toimivat uusiutuvalla sähköllä verrattuna fossiilisiin polttoaineisiin perustuviin järjestelmiin. Tämä korostaa tarvetta kehittää rinnakkain sekä sähköistä joukkoliikennettä että uusiutuvan energian tuotantoa (European Commission, 2023).

### 3.3 Sosiaalinen näkökulma

Julkisen liikenteen sähköistäminen tuo mukanaan merkittäviä sosiaalisia hyötyjä, jotka liittyvät saavutettavuuteen, terveyteen, matkustajakokemukseen

sekä vaikutuksiin yhteisöissä ja työmarkkinoilla. Sähköbussit parantavat joukkoliikenteen houkuttelevuutta tarjoamalla hiljaisempia ja mukavampia matkustuskokemuksia, mikä kannustaa uusia käyttäjiä siirtymään julkisen liikenteen pariin ja vähentää riippuvuutta yksityisautoilusta (European Environment Agency, 2023).

Melusaasteen väheneminen muodostuu yhdeksi sähköistämisen keskeisistä hyödyistä kaupunkiympäristössä. Perinteiset dieselbussit tuottavat huomattavaa melua, mikä heikentää kaupunkiasukkaiden elämänlaatua ja aiheuttaa stressiä sekä unihäiriöitä. Sähköbussit puolestaan ovat huomattavasti hiljaisempia, mikä parantaa erityisesti tiheästi asuttujen alueiden asuinmukavuutta (International Energy Agency, 2024).

Terveyshyötyjen osalta sähköbussit vähentävät merkittävästi ilman epäpuhauksia, kuten typen oksideja (NOx) ja pienhiukkasia (PM2.5), jotka voivat aiheuttaa hengitystie- sekä sydän- ja verisuonisairauksia. Tämä on erityisen tärkeää haavoittuville väestöryhmille, kuten lapsille, vanhuksille ja hengitystiesairauksista kärsiville (World Health Organization, 2023).

Lisäksi sähköbussien käyttöönotto vaikuttaa myönteisesti työmarkkinoihin ja paikallistalouteen. Latausinfrastruktuurin ja sähköbussien käyttöönotto synnyttää uusia työpaikkoja muun muassa sähköajoneuvojen huollossa, akkuteknologian kehityksessä sekä uusiutuvan energian tuotannossa (European Commission, 2023).

## 4 LIIKENTEEN SÄHKÖISTÄMINEN

Sähköistäminen tarkoittaa liikennejärjestelmän siirtymistä fossiilisista polttoaineista sähköenergiaan perustuvaan käyttövoimaan. Erityisesti julkisessa liikenteessä sähköistäminen toimii keskeisenä keinona ilmastotavoitteiden saavuttamisessa, ilmanlaadun parantamisessa ja meluhaittojen vähentämisessä

kaupunkiympäristöissä. Satakunnan alueella sähköistäminen on jo edennyt kevyen liikenteen osalta, mutta joukkoliikenteen sähköistäminen on vasta alkuvaiheessa (Fortum, 2022).

Satakunnan suurimmat kaupungit, Pori ja Rauma, tarjoavat potentiaalisen ympäristön sähköisen joukkoliikenteen kehittämiseksi tiiviin yhdyskuntarakenteensa ja olemassa olevan liikenneinfrastruktuurinsa ansiosta. Esimerkiksi Porissa pilotoidaan jo sähköbussuja, ja Pori–Tampere-rata on sähköistetty, mikä tukee ympäristöystävällisempää raideliikennettä. Siirtymä kohti sähköistä joukkoliikennettä edellyttää kuitenkin merkittäviä investointeja erityisesti laatusinfrastruktuuriin, energiaverkkojen kapasiteetin vahvistamiseen ja kaluston uusimiseen (Satakunta, 2024).

#### 4.1 Sähköistyminen Suomessa

Suomen sähköautokanta kasvaa vakaasti, vaikka kehityksessä ilmenee alueellisia eroja, ja logistiikan sähköistyminen etenee Pohjoismaihin verrattuna hitaammin. Katsaus tarjoaa laajan kokonaiskuvan sähköisen liikenteen nykytilasta ja tulevaisuuden mahdollisuuksista (Hyvönen, 2017).

Syyskuun 2024 loppuun mennessä Suomessa on rekisteröity yhteensä 269 624 sähköautoa, mikä vastaa noin 9,5 % koko henkilöautokannasta. Alueellisessa tarkastelussa korostuu, että Uudellamaalla sähköautojen osuus on huomattava, kun taas esimerkiksi Kainuussa osuus on selvästi pienempi. Uusista rekisteröidyistä autoista täyssähköisten osuus on kuitenkin rohkaiseva – noin 57 %. Verrattuna muihin Pohjoismaihin, kuten Norjaan ja Tanskaan, Suomi on jäljessä erityisesti raskaiden ajoneuvojen sähköistämiseksi (Hyvönen, 2017).

Sähköbussien määrä kasvaa vuoden aikana 42 %, mutta pakettiautojen ja kuorma-autojen sähköistyminen etenee huomattavasti hitaammin. Logistiikan sähköistymisen nopeuttaminen on keskeisessä roolissa, jotta liikenteen päästöjä voidaan vähentää merkittävästi ja asetetut tavoitteet, kuten liikenteen

päästöjen puolittaminen vuoteen 2030 mennessä vuoden 2005 tasosta, saavutetaan. Hankintatukien sekä latausinfrastruktuurin kehittämiseen suunnattujen tukien jatkaminen muodostaa ratkaisevan keinon tämän kehityksen edistämässä (Sähköinen Liikenne, 2024).

Sähköautojen latausverkosto kehittyä huomattavasti. Suurteholatausasemien määrä kasvaa 61 %, ja latauspalveluiden kokonaisvaltainen tarjonta paranee jatkuvasti. Tämä kehitys vastaa sekä kuluttajien että logistiikka-alan toimijoiden kasvaviin tarpeisiin. Megawattiluokan latauskenttien rakentaminen yleisty, mutta sen toteuttaminen edellyttää lisäinvestointeja ja vahvaa teknologiaosaamista (Sähköinen Liikenne, 2024).

#### 4.2 Sähköinen julkinen liikenne Suomessa

Liikenne tuottaa merkittävän osan Suomen kasvihuonekaasupäästöistä – sen osuus on noin viidennes kokonaispäästöistä. Julkisen liikenteen sähköistämisen pienentää huomattavasti liikenteen aiheuttamaa ympäristökuormaa, erityisesti kun sähkö tuotetaan uusiutuvilla energialähteillä, kuten tuuli- tai aurinkovoimalla. Tällöin sähköisten ajoneuvojen koko elinkaaren aikainen hiilijalanjälki pienenee merkittävästi verrattuna polttomoottoriajoneuvoihin (Ilmasto-opas, 2022).

Sähköbussit ja -junat ovat huomattavasti vähäpäästöisempiä kuin perinteiset polttomoottoriajoneuvot, ja niiden käyttö vähentää merkittävästi sekä hiilidioksidipäästöjä että ilmansaasteita. Suomessa liikenteen päästöjen vähentäminen on keskeinen osa ilmastotoimia, ja tavoitteena on vähentää liikenteen päästöjä 50 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Erityisesti kaupunkialueilla siirtyminen sähköiseen joukkoliikenteeseen johtaa merkittäviin päästövähennyksiin. (Leinonen, 2022, s. 2.)

Sähköinen joukkoliikenne on pitkällä aikavälillä myös taloudellisesti kannattava vaihtoehto. Vaikka sähköajoneuvojen hankintahinta on usein korkeampi kuin perinteisten ajoneuvojen, niiden käyttökustannukset ovat selvästi

alhaisemmat. Esimerkiksi sähköbussit ovat edullisempia ylläpitää ja kuluttavat vähemmän energiaa, mikä pitkällä aikavälillä tasapainottaa alkuperäiset investoinnit. (Leinonen, 2022, s. 22.)

Satakunnassa Porin Linjat on sähköisen liikenteen edelläkävijä Suomessa ja käyttää säännöllisesti täyssähköbusseja ensimmäisten joukossa. Yhtiön käytössä on vähäpäästöinen ja lähes äänetön Rosero First FCLEI -sähköbussi. (Porin Linjat, 2017)

Rautatieliikenteen osalta Tampere–Pori-rata on sähköistetty, mikä tukee ympäristöystävällisempää junaliikennettä ja vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä. (Satakunnan kauppakamari, n.d.)

#### 4.3 Pitkän aikavälin ympäristölliset ja taloudelliset vaikutukset

Julkisen liikenteen sähköistäminen tuo merkittäviä ympäristö- ja taloushyötyjä pitkällä aikavälillä. Sähköisten joukkoliikennevälineiden käyttö vähentää huomattavasti liikenteen hiilidioksidipäästöjä ja ilman epäpuhtauksia, mikä parantaa ilmanlaatua ja tukee asukkaiden hyvinvointia. Lisäksi sähköajoneuvojen hiljaisuus lisää kaupunkialueiden viihtyisyyttä, mikä tekee niistä entistä houkuttelevampia asukkaille ja yrityksille. Kun sähköajoneuvot saavat energiansa uusiutuvista lähteistä, kuten aurinko- tai tuulivoimasta, liikenteen ympäristövaikutukset pienenevät entisestään. (Heinonen ym., 2021)

Taloudellisesti sähköistäminen tarjoaa merkittäviä etuja pitkällä aikavälillä. Vaikka sähköisten joukkoliikennevälineiden hankintakustannukset ovat korkeammat kuin perinteisten polttomoottoriajoneuvojen, niiden käyttökustannukset ovat selvästi alhaisemmat. Sähköbussit ja -junat kuluttavat vähemmän energiaa ja vaativat vähemmän huoltoa, koska niissä on vähemmän mekaanisia osia. Näin alkuinvestoinnit maksavat itsensä takaisin ajan myötä. Lisäksi sähköistämishankkeet edistävät paikallistaloutta luomalla työpaikkoja uusiutuvan energian ja sähköisen liikenteen infrastruktuurin suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon.

Pitkällä aikavälillä sähköistäminen parantaa myös liikenteen luotettavuutta ja toimivuutta. Sähköajoneuvojen korkea energiatehokkuus ja automaatiomahdollisuudet mahdollistavat täsmällisemmät aikataulut ja vähentävät käyttökatkoksia. Tämä houkuttelee lisää matkustajia julkisen liikenteen pariin, mikä vähentää yksityisautoilua ja siihen liittyviä päästöjä. (Heinonen ym., 2021)

#### 4.4 Ympäristövaikutusten määrittely ja laskenta

Ympäristövaikutusten arvioinnissa käytetään erilaisia mittareita ja laskentamalleja, joilla kuvataan toiminnan vaikutuksia ympäristöön. Näillä menetelmillä selvitetään, miten energiankulutus, päästöt ja luonnonvarojen käyttö muuttavat ympäristön tilaa. Arvioinnissa tarkastellaan toiminnan ekologista jalanjälkeä, elinkaaren aikaisia vaikutuksia ja resurssien käytön tehokkuutta. Käytössä olevia laskentamenetelmiä ovat muun muassa hiilijalanjäljen laskenta, elinkaarianalyysi ja ekotase, jotka auttavat hahmottamaan toiminnan kokonaisvaltaisia ympäristövaikutuksia. Näiden arvioiden perusteella saadaan tietoa siitä, miten ympäristökuormitusta voidaan vähentää ja millaisia muutoksia tarvitaan ympäristön tilan parantamiseksi. (Ikäheimo, 2015, s. 3–5.)

Elinkaariarviointi (LCA) on kattava menetelmä, jolla arvioidaan tuotteen tai palvelun koko elinkaaren ympäristövaikutuksia raaka-aineiden hankinnasta hävittämiseen. Analyysi tarjoaa laajemman käsityksen ympäristövaikutusten jakautumisesta ja kumuloitumisesta. (Havulatva, 2024)

Yksi elinkaariarvioinnissa keskeinen mittari on hiilijalanjälki, joka ilmaisee tietyn toiminnan tai tuotteen aiheuttaman kasvihuonekaasupäästöjen määrän. Se lasketaan usein CO<sub>2</sub>-ekvivalenteina, jotta erilaisten päästöjen vaikutuksia ilmastonmuutokseen voidaan vertailla. (Havulatva, 2024)

Hiilijalanjäljessä huomioidaan ensisijaisesti energiankulutukseen liittyvät päästöt, kuten asumisessa käytetyn sähkön ja lämmityksen vaikutukset. Lisäksi yksilön liikkuminen – esimerkiksi työmatkat tai lomamatkat – vaikuttaa

merkittävästi hiilijalanjälkeen, erityisesti lentäessä tai yksityisautolla liikuttaessa. Julkiset kulkuvälineet, kuten bussit, junat ja raitiovaunut, kuluttavat yleensä vähemmän energiaa per matkustajakilometri verrattuna yksityisautoihin. (Ilmasto-opas, 2021)

Julkisen liikenteen hiilijalanjälki lasketaan yleensä huomioimalla kuljetun matkan pituus, kulkuvälineen tyyppi sekä ajoneuvon energiatehokkuus. Kokonaispäästöt saadaan kertomalla kuljetut kilometrit julkisen liikenteen kulkuvälineen päästökertoimella, jolloin saadaan arvio matkustamisen hiilijalanjäljestä julkisessa liikenteessä. (Nurmi, 2023, s. 1)

## 5 SATAKUNNAN JULKINEN LIIKENNE

Satakunnan julkinen liikenne perustuu pääasiassa linja-autoihin, jotka palvelevat sekä kaupunkialueita että maakunnan eri osia. Porin ja Rauman kaupunkiliikenne muodostaa keskeisen osan sisäisestä joukkoliikenteestä, vastaten paikallisliikenteen tarpeisiin kaupunkien sisällä ja lähialueilla. Seutuliikenne kattaa laajemman alueen, yhdistäen pienemmät paikkakunnat suurempiin kaupunkikeskuksiin. (Satakunta, 2024)

Satakunnassa on myös merkittäviä junayhteyksiä, erityisesti Pori–Tampere-radalla, joka yhdistää maakunnan Tampereen kautta muuhun Suomeen. Pori–Tampere-junayhteys on yksi Satakunnan tärkeimmistä liikenneväylistä, sillä se mahdollistaa sujuvan liikkumisen Etelä-Suomen suuntaan. Rauma hyötyy merkittävästi Rauman sataman tavarajunayhteyksistä. Satama on yksi Suomen vilkkaimmista vienti- ja tuontisatamista, ja sen kautta kuljetetaan monipuolisesti eri toimialojen tuotteita, kuten metsäteollisuuden, metalliteollisuuden ja konttiliikenteen rahtia. (Satakunta, 2024)

Joukkoliikenteen sähköistäminen kohtaa useita haasteita, kuten latausinfrastruktuurin puutteen, korkeat investointikustannukset ja alueellisen

väestötiheyden vaihtelut. Porin ja Rauman kaupunkikeskukset ovat tiiviisti rakennettuja, mikä helpottaa sähköbussiliikenteen suunnittelua ja käyttöönottoa. Kattavan latausverkon rakentaminen vaatii kuitenkin merkittäviä taloudellisia panostuksia. Raumalla satamaliikenteen ja teollisuuden suuri merkitys on johdanut siihen, että sähköbussien käyttöönotto ei ole toistaiseksi ollut ensisijainen tavoite. (Satakunnan kauppakamari, n.d.)

### 5.1 Porin sähköbussiliikenne

Porin Linjat Oy on edelläkävijä sähköbussien käyttöönotossa Satakunnassa. Ensimmäiset täyssähköbussit otettiin käyttöön vuonna 2017 osana kaupungin strategiaa vähentää liikenteen päästöjä ja edistää kestävästä kaupunkiliikennettä. Tällä hetkellä Porin kaupunkiliikenteessä toimii muutama sähköbussi, ja niiden käyttökokemukset ovat pääosin positiivisia. Sähköbussien toimintamatka on riittävä kaupunkiliikenteeseen, mutta keskeisinä haasteina ovat latausinfrastruktuurin puutteet ja sähköbussien korkeat hankintakustannukset. Sähköbussien hankinta vaatii merkittäviä investointeja, eikä kaupunki ole vielä pystynyt uudistamaan kalustoaan laajamittaisesti. Lisäksi Porin nykyiset latausratkaisut eivät täysin tue suurimittaista sähköbussiliikennettä, mikä hidastaa sähköbussien määrän kasvua. (Varjonen, 2024)

### 5.2 Julkisen liikenteen problematiikkaa

Väestötiheys vaikuttaa merkittävästi julkisen liikenteen suunnitteluun. Harvaan asutuilla alueilla joukkoliikenteen järjestäminen on usein kallista, ja matkustajamäärät jäävät helposti liian pieniksi taloudellisesti kannattavaan toimintaan. Ilman hyviä liikenneyhteyksiä alue ei houkuttele uusia asukkaita tai yrityksiä, mikä vähentää entisestään potentiaalisten käyttäjien määrää. Satakunnan maakunnassa väestötiheys vaihtelee suuresti: Porin ja Rauman kaupunkialueilla asukastiheys on selvästi korkeampi kuin maan keskiarvo, kun taas Pohjois-Satakunnassa se on huomattavasti alhaisempi. Tämä vaihtelu luo haasteita joukkoliikenteen sähköistämisen suunnitteluun. Tiheimmin asutuilla alueilla, kuten Porissa ja Raumalla, joukkoliikenteen järjestäminen on

taloudellisesti kannattavampaa ja houkuttelee enemmän käyttäjiä. (Satakunta, 2021, s. 1–2.)

Satakunnan liikennejärjestelmäsuunnitelmassa pyritään vastaamaan näihin haasteisiin korostamalla joukkoliikenteen palvelutason parantamista työssäkäyntialueiden sisällä ja niiden välillä sekä edistämällä kestäviä liikkumiskonsepteja. (Satakunta, 2021, s. 13–15.)

Julkisen liikenteen suunnittelussa tasapainoillaan taloudellisten ja ympäristöllisten tavoitteiden välillä. Taloudellisesti kannattava liikenne edellyttää riittäviä käyttäjämääriä, mutta samalla julkinen liikenne on keskeinen keino vähentää liikenteen päästöjä ja edistää kestävää kehitystä. Tämä ristiriita korostuu erityisesti Satakunnan pienemmissä kunnissa, joissa yksityisautoilu on usein ainoa realistinen vaihtoehto. (Satakunta, 2021)

### 5.3 Satakunnan maakuntaohjelman 2026–2029 valmistelu

Satakunnassa valmistellaan parhaillaan uutta maakuntaohjelmaa kaudelle 2026–2029. Ohjelma tarjoaa kokonaisvaltaisen näkemyksen maakunnan strategisesta kehityksestä ja asettaa kehittämispäämäärät lähivuosille. Se luo puitteet alueelliselle kehittämistyölle, tukee kumppanuuksien muodostumista eri toimijoiden välillä ja korostaa Satakunnan kannalta keskeisiä painopistealueita ja kehittämiskohteita. Ohjelman päätavoitteena on vahvistaa maakunnan kilpailukykyä ja elinvoimaa. (Satakunta, 2024)

Yksi ohjelman keskeisistä painopisteistä on Satakunnan hiilijalanjäljen pienentäminen edistämällä vähäpäästöisiä energiaratkaisuja, kuten aurinko- ja tuulivoiman hyödyntämistä. Tämä tukee julkisen liikenteen sähköistämishankkeita, jotka tähtäävät liikenteen päästöjen vähentämiseen ja ilmanlaadun parantamiseen erityisesti Porissa ja muissa maakunnan keskuksissa. (Ympäristö, n.d.)

Julkisen liikenteen sähköistäminen tuottaa merkittäviä ympäristö- ja taloushyötyjä pitkällä aikavälillä. Sähköisten joukkoliikennevälineiden käyttö vähentää

merkittävästi liikenteen hiilidioksidipäästöjä ja ilman epäpuhtauksia, mikä parantaa ilmanlaatua sekä tukee asukkaiden terveyttä ja hyvinvointia. Sähköajoneuvojen hiljaisuus lisää kaupunkialueiden viihtyisyyttä, mikä tekee niistä houkuttelevampia asukkaille ja yrityksille. Kun ajoneuvot toimivat uusiutuvalla energialla, kuten tuuli- tai aurinkosähköllä, liikenteen ympäristövaikutukset pienenevät entisestään. (Heinonen ym., 2021)

Taloudellisesti sähköistäminen tarjoaa merkittäviä pitkän aikavälin etuja. Vaikka sähköisten joukkoliikennevälineiden hankintakustannukset ovat aluksi korkeammat, niiden käyttökustannukset ovat selvästi alhaisemmat. Sähköbusit ja -junat kuluttavat vähemmän energiaa ja vaativat vähemmän huoltoa, koska niissä on vähemmän liikkuvia osia. Näin alkuinvestoinnit voivat maksaa itsensä takaisin ajan myötä. Lisäksi sähköistämishankkeet edistävät paikallistaloutta luomalla työpaikkoja uusiutuvan energian ja sähköisen liikenteen infrastruktuurin suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon. (Heinonen ym., 2021)

Sähköistäminen parantaa myös liikenteen luotettavuutta ja toimivuutta. Sähköajoneuvojen korkea energiatehokkuus ja automaatiovalmiudet mahdollistavat tarkemmat aikataulut ja vähentävät käyttökatkoksia. Tämä parantaa matkustajakokemusta ja voi houkutella lisää käyttäjiä julkisen liikenteen pariin, mikä vähentää yksityisautoilua ja siitä aiheutuvia päästöjä. (Heinonen ym., 2021)

## 6 TUTKIMUSMETODOLOGIA

### 6.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimus toteutettiin laadullisena tapaustutkimuksena, jossa keskityttiin Satakunnan alueen julkisen liikenteen sähköistämiseen ja sen toteuttamiseen vaikuttaviin tekijöihin. Tapaustutkimus sopi hyvin tutkimusmenetelmäksi, koska

se mahdollisti ilmiön yksityiskohtaisen tarkastelun sen todellisessa toimintaympäristössä (Busetto ym., 2020).

Tutkimuksessa hyödynnettiin induktiivista lähestymistapaa, jossa aineistoa analysoimalla pyrittiin muodostamaan johtopäätöksiä ja teoreettisia yleistyksiä. Tämä lähestymistapa mahdollisti aineistosta esiin nousevien teemojen tunnistamisen ja auttoi ymmärtämään sähköistämishankkeen edellytyksiä ja vaikutuksia. (Salomà, 2023)

Empiirinen aineisto hankittiin haastattelemalla joukkoliikenteen toimijoita ja asiantuntijoita, joiden näkemykset ja kokemukset tarjosivat arvokasta tietoa sähköistämisen nykytilasta ja kehittämismahdollisuuksista. Haastattelut toteutettiin puolistrukturoituina (Liite 1), mikä antoi mahdollisuuden syventää tietoa tutkimuksen kannalta oleellisista näkökulmista ja jätti tilaa uusille, haastatteluissa esiin nouseville teemoille.

## 6.2 Tiedonkeruumenetelmät ja aineistolähteet

Tässä työssä käytettiin tapaustutkimusta, jossa analysoitiin Satakunnan alueen julkisen liikenteen sähköistämistä ja sen toteuttamiseen vaikuttavia tekijöitä. Tapaustutkimuksen avulla tarkasteltiin, miten sähköistämistä voitiin käytännössä edistää ja millaisia haasteita siihen liittyi. Tutkimus yhdisti teoreettisen tarkastelun ja empiirisen aineiston, mikä mahdollisti kokonaisvaltaisen analyysin aiheesta. Lisäksi vertaileva tutkimusote tuki havaintojen tekemistä muista kaupungeista ja maista, joissa sähköinen joukkoliikenne oli otettu laajamittaisesti käyttöön. (Laine, 2007)

Tutkimuksen tiedonkeruu perustui sekä primääri- että sekundääriaineistoon. Primääriaineisto koostui haastatteluista. Haastattelut kohdistuivat joukkoliikenteen operoijiin, päätöksentekijöihin ja asiantuntijoihin, joiden näkemykset ja kokemukset tarjosivat arvokasta tietoa sähköistämisen nykytilasta ja kehittämismahdollisuuksista. Haastattelukysymykset käsittelivät muun muassa teknisiä haasteita, taloudellisia vaikutuksia ja poliittisia linjauksia (Satakuntaliitto, n.d).

Sekundääriaineisto koostui aikaisemmista tutkimuksista, viranomaisraporteista ja tilastoista (Busetto ym., 2020). Niiden avulla luotiin yleiskuva julkisen liikenteen sähköistämisen kehityksestä ja sen vaikutuksista niin kansallisella kuin kansainvälisellä tasolla. Lisäksi analysoitiin Satakunnan maakunnan liikennejärjestelmäsuunnitelmia ja ilmastotavoitteita, jotka vaikuttivat alueellisiin ratkaisuihin.

## 7 HAASTATTELUJEN TULOKSET

Tämän tutkimuksen tavoitteena on analysoida julkisen liikenteen sähköistämistä Satakunnan alueella ja arvioida sen toteutusmahdollisuuksia. Pääpaino on Porin kaupunkiliikenteessä, mutta tarkasteluun otetaan myös Rauman alue, jossa erityispiirteinä ovat pitkät etäisyydet, vaihtelevat matkustajamäärät ja teollisuuspainotteinen liikenne.

Tutkimus perustuu tapaustutkimukseen, jossa käytetään laadullista aineistoa. Haastatteluissa hyödynnetään asiantuntijoiden näkemyksiä, muun muassa sähköbussuja Suomeen toimittavalta YES-EU-yritykseltä. Yrityksen tarjoama käytännön tieto sähköistämishankkeista, kalustosta ja teknisistä vaatimuksista tuo arvokasta lisäarvoa alueellisen sähköistämisen arviointiin.

### 7.1 Porin Linjat Oy:n esittely ja haastattelu

Tässä osiossa käsitellään Porin Linjat Oy:n toimintaa ja sen roolia Porin joukkoliikenteen sähköistämisessä. Tutkimuksessa haastateltiin Porin Linjojen toimitusjohtajaa Jarno Valtasta. Porin Linjat Oy on Porin kaupungin omistama joukkoliikennettä harjoittava yritys, joka vastaa merkittävästä osasta Porin seudun paikallisliikennettä. Yritys tarjoaa linja-autoliikennettä pääasiassa Porin kaupungin alueella, mutta sen toiminta ulottuu myös lähikuntiin. Porin Linjat Oy panostaa asiakaspalveluun, aikataulujen luotettavuuteen ja

ympäristöystävällisyyteen. Yrityksen kalustoa uudistetaan säännöllisesti, ja viime vuosina se on ottanut askeleita kohti vähäpäästöisempää liikennöintiä, kuten biokaasu- ja sähköbussien käyttöönottoa.

Porin Linjat Oy:tä Haastateltiin, koska yritys on keskeisessä asemassa Porin ja Satakunnan alueen julkisen liikenteen järjestämisessä. Haastatteluaineiston pohjalta analysoidaan yrityksen nykytilannetta, taloudellisia reunaehdoja, sähköistämiseen liittyviä haasteita sekä tulevaisuuden näkymiä. Haastattelu Porin Linjat Oy:n edustajan kanssa toteutettiin Microsoft Teams -yhteydellä, ja se tallennettiin myöhempää tarkastelua varten. Haastattelu pidettiin 24.2.2025.

#### 7.1.1 Porin Linjat Oy:n toimintamalli

Porin Linjat Oy on Porin kaupungin omistama joukkoliikenneyritys, joka vastaa kaupungin sisäisen joukkoliikenteen operoinnista. Yhtiön liiketoimintamalli perustuu tilaaja-tuottajamalliin, jossa Porin joukkoliikenneviranomaisen tilaa liikennöinnin ja määrittää palvelutasovaatimukset. Yhtiö ei ole riippuvainen suoraan matkustajatuotoista, vaan sen rahoitus muodostuu kiinteästä sopimuskorvauksesta, joka sisältää korvauksen liikennöintipäivistä, linjatunneista ja linjakilometreistä.

Liiketoimintamalli asettaa tietyt haasteet yhtiölle, sillä toimintakatteet ovat matalat, ja heikot vuodet heijastuvat nopeasti talouteen. Yhtiö toimii nollatulosta-voitteella, mikä tarkoittaa, että sen on sopeuduttava nopeasti mahdollisiin muutoksiin, kuten polttoainehintojen nousuun tai kysynnän vaihteluihin. Koronapandemian aikana yhtiö teki positiivisen tuloksen osittain valtion myöntämien tukien ansiosta, mutta ilman tukia taloudellinen tilanne olisi ollut haastavampi.

#### 7.1.2 Joukkoliikenteen sähköistäminen Porissa

Porin Linjat Oy on osa kaupungin laajempaa tavoitetta siirtyä vähäpäästöiseen joukkoliikenteeseen osana Porin kiertotalouden tiekarttaa. Tiekartan

mukaisesti tavoitteena on siirtyä vähäpäästöisiin käyttövoimiin vuoteen 2030 mennessä. Tällä hetkellä Porin Linjat Oy selvittää joukkoliikenteen sähköistämiseen liittyviä vaihtoehtoja, joista keskeisimmät ovat täyssähköbussit, vetybussit ja biokaasu.

Täyssähköbussit ovat nykytilanteessa realistisin vaihtoehto, ja niitä on jo otettu käyttöön useissa suomalaisissa ja eurooppalaisissa kaupungeissa. Tämä vaihtoehto tarjoaa merkittäviä päästövähennyksiä ja hyödyntää kehittyntä latausinfrastruktuuria.

Vetybussit ovat toinen mahdollinen vaihtoehto, mutta niiden teknologia on vielä kehitysvaiheessa. Lisäksi vetykäyttöisen liikenteen vaatima infrastruktuuri edellyttää merkittäviä investointeja, mikä tekee siitä tällä hetkellä haastavamman toteuttaa.

Biokaasu voisi toimia joukkoliikenteen sähköistämisen välivaiheena osana vähäpäästöistä liikennettä. Se ei kuitenkaan tarjoa yhtä pitkän aikavälin ratkaisua kuin täyssähkö- tai vetykäyttöinen liikenne, sillä sen potentiaali päästöjen vähentämisessä ja uusiutuvan energian hyödyntämisessä on rajallisempi.

### 7.1.3 Haasteet ja mahdollisuudet sähköistämisessä

Yksi merkittävimmistä haasteista on sähköbussien toimitusaikojen pituus. Eurooppalaisilta valmistajilta tilattavien sähköbussien toimitusajat voivat olla jopa kaksi vuotta. Tämä tarkoittaa, että kalustohankinnat on tehtävä hyvissä ajoin ennen uuden liikennöintisopimuksen voimaantuloa vuonna 2029, jotta varmistetaan sujuva siirtymä sähköiseen joukkoliikenteeseen.

Toinen tärkeä tekijä on latausinfrastruktuurin rakentaminen, joka vaatii huomattavia investointeja. Selvityksen alla on, rakennetaanko varikkolatausratkaisu vai pantografilatausjärjestelmä, joka mahdollistaisi bussien lataamisen reittien varrella. Kummallakin vaihtoehdolla on omat etunsa ja haasteensa, ja

valinta vaikuttaa sekä investointikustannuksiin että operatiiviseen joustavuuteen.

Huoltovarmuus on myös kriittinen tekijä sähköistämisessä. Sähkökatkokset ja muut häiriötilanteet voivat vaikuttaa liikenteen jatkuvuuteen, minkä vuoksi Porin Linjat Oy harkitsee osan kalustosta säilyttämistä dieselkäyttöisenä varajärjestelmänä. Tämä voisi varmistaa liikenteen sujuvuuden myös poikkeustilanteissa.

Taloudellisesti sähköbussit tarjoavat edullisemmat käyttö- ja huoltokustannukset verrattuna dieselbusseihin, mutta niiden hankintahinta on huomattavasti korkeampi. Tämä asettaa haasteita investointien rahoittamiselle ja edellyttää pitkäjänteistä suunnittelua sekä mahdollisesti ulkopuolista rahoitusta tai tukia.

Lisäksi sähköbussien ja niihin liittyvän infrastruktuurin käyttöönotto vaatii kuljettajien ja huoltohenkilöstön kouluttamista. Uuden teknologian hallinta edellyttää uudenlaista osaamista, johon yhtiön on varauduttava koulutusohjelmien ja rekrytointien avulla.

#### 7.1.4 Tulevaisuuden näkymät

Porin Linjat Oy etenee joukkoliikenteen sähköistämisessä vaiheittain, ja tavoitteena on, että koko kalusto on vähäpäästöistä vuoden 2029 sopimuskauden alkaessa. Siirtymän onnistuminen edellyttää huolellista suunnittelua, investointeja ja yhteistyötä eri sidosryhmien kanssa. Keskeisiä kehityskohteita sähköistämisprosessissa ovat varikkoinvestoinnit, kalustohankinnat, muiden kaupunkien kokemusten hyödyntäminen sekä yhteistyö eri toimijoiden kanssa.

Porin Linjojen varikolle on suunnitteilla latausinfrastruktuurin rakentaminen ja sähköverkon vahvistaminen, jotta se pystyy tukemaan laajamittaista sähköbussiliikennettä. Näihin investointeihin liittyvät ratkaisut vaikuttavat sekä käyttökustannuksiin että operatiiviseen tehokkuuteen.

Kalustohankinnat ovat toinen keskeinen askel siirtymässä. Ensimmäiset sähköbussit saatetaan hankkia testikäyttöön jo ennen vuoden 2029 sopimuskauden alkua, jotta operatiivisia kokemuksia voidaan kerätä ennen laajamittaista käyttöönottoa. Tämä mahdollistaa teknologian toimivuuden arvioinnin ja mahdollisten haasteiden tunnistamisen ennen kuin koko kalusto sähköistetään.

Benchmarking eli muiden kaupunkien kokemusten hyödyntäminen on myös tärkeässä roolissa sähköistämisen suunnittelussa. Porin Linjat Oy seuraa Tampereen ja muiden suomalaisten kaupunkien sähköistämishankkeita, jotta parhaat käytännöt ja toimivimmat ratkaisut voidaan ottaa käyttöön Porissa. Näin vältetään mahdolliset sudenkuopat ja varmistetaan, että sähköistämisen prosessi etenee mahdollisimman sujuvasti.

Porin Linjat Oy tekee tiivistä yhteistyötä kaupungin, joukkoliikenneviranomaisen ja energiayhtiöiden kanssa varmistaa, että sähköistämiseen liittyvät investoinnit ja suunnitelmat toteutetaan tehokkaasti. Tämä yhteistyö on tärkeää erityisesti infrastruktuurin kehittämisessä ja rahoituksen järjestämisessä.

## 7.2 YES-EU-haastattelu ja esittely

Tutkimuksen yhteydessä haastateltiin Jani Heinoa, joka toimii YES-EU-tekniisenä johtajana Vantaalla. YES.EU on suomalainen yritys, joka keskittyy sähköisen liikenteen edistämiseen ja erityisesti sähköbussien maahantuontiin ja käyttöönottoon. Yritys toimii JUTONG-merkkisten sähköbussien virallisena maahantuojana Suomessa. YES.EU ei ainoastaan toimita busseja, vaan tarjoaa myös kokonaisvaltaisia ratkaisuja, kuten latausinfrastruktuuria, huoltopalveluita sekä teknistä tukea.

YES.EU:ta haastateltiin, koska heillä on keskeinen rooli sähköbussien tuomisessa Suomen markkinoille ja käytännön toteutusten mahdollistamisessa. Haastattelun tavoitteena oli selvittää sähköbussien nykytilannetta Suomessa, niiden soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin sekä sähköbussien käyttöönottoon liittyviä haasteita ja mahdollisuuksia. Haastattelu YES-EU:n edustajan kanssa

toteutettiin Microsoft Teams -yhteydellä, ja se tallennettiin myöhempää tarkastelua varten. Haastattelu pidettiin 6.3.2025.

### 7.2.1 Sähköbussien markkinatilanne Suomessa

Sähköbussit ovat yleistyneet Suomessa merkittävästi viime vuosina, erityisesti suurimmissa kaupungeissa. Heinon mukaan Jutongin valmistamat sähköbussit ovat saavuttaneet vahvan markkina-aseman, ja niitä on käytössä eri puolilla maata, kuten Helsingissä, Turussa, Tampereella, Lahdessa, Jyväskylässä ja Oulussa. Vuoden 2023 loppuun mennessä Suomessa oli käytössä yhteensä 413 Jutongin sähköbussia, mikä osoittaa markkinan kasvua ja sähköisten joukkoliikennevälineiden vakiintumista osaksi kaupunkiliikennettä.

Helsingissä ja muissa suurimmissa kaupungeissa sähköbussit ovat jo korvanneet dieselkalustoa laajasti, ja uusien dieselkäyttöisten linja-autojen hankinnasta on luovuttu. Sen sijaan pienemmissä kaupungeissa ja maakunnissa, kuten Satakunnassa, sähköbussien käyttöönotto on edennyt hitaammin. Keskeisinä syinä tähän ovat infrastruktuurihaasteet sekä sähköbussien korkeammat hankintakustannukset verrattuna perinteisiin dieselbusseihin.

### 7.2.2 Sähköbussien toimivuus Suomen olosuhteissa

Sähköbussien käyttö pohjoisissa olosuhteissa on herättänyt keskustelua, mutta Heinon mukaan nykyinen teknologia mahdollistaa sähköbussien luotettavan toiminnan myös kylmissä lämpötiloissa. Talvikäytössä energiankulutus kasvaa erityisesti lämmityksen vuoksi, mutta tätä hallitaan polttoainekäyttöisillä lisälämmittimillä sekä ilmalämpöpumpuilla. Kesäkaudella vastaavasti ilmastoinnin energiatehokkuus on optimoitu hyödyntämällä samoja järjestelmiä.

Toimintamatka sähköbusseilla vaihtelee ajotavan, lämpötilan ja kuormituksen mukaan. Heinon mukaan Jutongin sähköbussit voivat kulkea keskimäärin 300–350 kilometriä yhdellä latauksella. Suurimmassa osassa Suomen kaupunkiliikennettä tämä riittää koko päivän liikennöintiin ilman välilatauksia.

Liikennöitsijät voivat optimoida aikataulut siten, että ajoneuvot ladataan varikoilla yön aikana tai taukojen aikana, mikä minimoi liikenteeseen kohdistuvat keskeytykset.

### 7.2.3 Sähköbussien huolto ja ylläpito

Sähköbussien huoltovaatimukset poikkeavat perinteisten dieselbussien huollosta. Heinon mukaan sähköbussissa esiintyy samoja käyttöön liittyviä teknisiä ongelmia kuin dieselbussissa, erityisesti ovimekanismeissa ja alustan komponenteissa, kuten jarruissa ja ABS-antureissa. Sähköinen voimalinja on kuitenkin huomattavasti yksinkertaisempi, koska siinä ei ole vaihteistoa tai päästöjen jälkikäsittelyjärjestelmiä. Tämä vähentää huoltotarvetta ja pienentää pitkän aikavälin ylläpitokustannuksia.

Suomessa sähköbussien huoltoverkosto on vielä kehittymässä, mutta varaosien saatavuus on parantunut, ja valtaosa kriittisistä osista on saatavilla kotimaassa. Jutongin sähköbussille on Suomessa kolme huoltokeskusta Helsingissä, Turussa ja Tampereella, mikä helpottaa ajoneuvojen ylläpitoa ja lyhentää mahdollisia huoltoseisokkeja.

### 7.2.4 Haasteet ja mahdollisuudet sähköbussien käyttöönotossa

Sähköbussien käyttöönoton suurimpia haasteita ovat latausinfrastruktuurin kehittäminen ja alkuinvestointien suuruus. Suurin osa sähköbussista ladataan varikoilla, mutta tietyissä tapauksissa voidaan käyttää myös kaupunkilatauspisteitä, jotka mahdollistavat nopean välilatauksen reitin varrella. Infrastruktuurin rakentaminen on kuitenkin kallista, ja se voi olla haaste erityisesti pienemmillä kaupungeilla ja liikennöitsijöille.

Toinen merkittävä haaste on sähköbussien hankintahinta, joka on edelleen selvästi korkeampi kuin dieselbussilla. Pitkällä aikavälillä sähköbussien alhaisemmat käyttökustannukset, kuten edullisempi energia ja vähäisempi huoltotarve, voivat kuitenkin kompensoida korkeampia alkuinvestointeja.

Mahdollisuuksien osalta Heino korostaa sähköbussien ympäristöystävällisyyttä. Käyttövaiheessa sähköbussit eivät tuota lainkaan paikallisia päästöjä, ja niiden elinkaaren aikaiset hiilidioksidipäästöt ovat merkittävästi pienemmät kuin dieselbusseilla. Helsingin ja muiden suurten kaupunkien kokemukset osoittavat, että sähköbussit voivat olla taloudellisesti kannattava vaihtoehto kaupunkiliikenteessä, ja vastaava kehitys on mahdollista myös Satakunnassa.

### 7.2.5 Tulevaisuuden näkymät sähköbussiliikenteelle

Sähköbussiliikenteen odotetaan laajenevan merkittävästi Suomessa lähivuosina. Sähköbussien toimitusajat ovat tällä hetkellä pitkiä, mikä tarkoittaa, että liikennöitsijöiden on tehtävä hankintapäätökset ajoissa. Jutongin sähköbussilla on kilpailukykyiset toimitusajat verrattuna eurooppalaisiin valmistajiin, joiden saatavuuteen on liittynyt haasteita komponenttipulan ja tuotantokapasiteetin vuoksi.

Sähköbussien lisäksi kehitteillä on myös muita vähäpäästöisiä ratkaisuja, kuten vetybussit ja biokaasubussit. Vetybussit ovat vielä kehitysvaiheessa, mutta niiden teknologia voi tulevaisuudessa tarjota vaihtoehdon erityisesti pidempiin reitteihin.

Maakunnissa, kuten Satakunnassa, sähköbussien käyttöönotto vaatii liikennöitsijöiltä ja kaupungeilta investointeja sekä yhteistyötä latausinfrastruktuurin kehittämiseksi. Heino korosti, että sähköbussien laajamittainen käyttöönotto on mahdollista myös maakunnissa, kunhan liikennöitsijät ja viranomaiset sitoutuvat sähköistämiseen.

### 7.3 Rauman kaupungin näkökulma sähköisen joukkoliikenteen kehittämiseen

Tutkimuksessa haastateltiin Rauman kaupungin joukkoliikenteestä vastaavaa Mikael Saivea, jonka vastuulla ovat mm. liikenteen suunnittelu, viestintä sekä yhteistyö ELY-keskuksen kanssa. Haastattelun tavoitteena oli selvittää

Rauman kaupungin näkemyksiä sähköbussien käyttöönotosta, sähköistymisen nykytilannetta sekä tulevaisuuden kehityssuuntia erityisesti Satakunnan kontekstissa. Haastattelu Rauman kaupungin edustajan kanssa toteutettiin Microsoft Teams -yhteydellä, ja se tallennettiin myöhempää tarkastelua varten. Haastattelu pidettiin 9.4.2025.

### 7.3.1 Nykytila ja sähköistymisen haasteet

Rauman kaupungin julkinen liikenne uudistui merkittävästi vuoden 2023 alussa, kun RaumanGyyt-palvelu otettiin käyttöön. Uusi liikenne kilpailutettiin vuonna 2022, mutta sähköbussien käyttöönottoa ei tässä vaiheessa toteutettu. Sähköistymistä rajoittivat useat tekijät: pienille kunnille asetetut vähäiset lakisääteiset velvoitteet, sähköbussien korkea hankintahinta, käytettyjen sähköbussien rajallinen suorituskyky sekä riittämätön latausinfrastruktuuri.

Kilpailutus järjestettiin hieman myöhässä suhteessa puhtaiden ajoneuvojen direktiiviin, eikä sähkökalustoa katsottu vielä taloudellisesti tai teknisesti järkeväksi ratkaisuksi. Haastattelussa nousi esiin, että yksi Euro 6 päästoluokan -dieselbussi voitaisiin joutua korvaamaan kahdella sähköbussilla, mikä tekisi investoinnista merkittävästi kalliimman.

### 7.3.2 Kalusto ja liikenteen rakenne

Rauman kaupungilla on käytössä 12 autoa, jota täydentävät vara-autot. Liikenteen painopiste on koululaiskuljetuksissa, ja liikennetarve puolittuu lomakausina. Kaupungin vuotuiset joukkoliikenneostot ovat noin kaksi miljoonaa euroa, mikä on huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi Porissa tai Turussa. Tällä hetkellä kaupungin liikenne operoidaan yhdellä liikennöitsijällä, mutta tulevaisuudessa kaluston sähköistymisen myötä saattaa olla tarpeen pilkkoa liikennettä pienempiin osakokonaisuuksiin.

### 7.3.3 Tulevaisuuden suunnitelmat ja sähköbussien käyttöönotto

Raumalla on laadittu kestävä kehityksen ohjelma, jossa tulevat liikenneinvestoinnit sidotaan käyttövoimien tarkasteluun. Vaikka sähkö ei ole täysin päästötöntä, kaupungin tavoitteena on siirtyä vaiheittain sähköiseen kalustoon. Nykyinen liikennöintisopimus on voimassa vuoteen 2026, ja optiokaudella vuoteen 2029 asti. Uuden sopimuskauden suunnittelun yhteydessä tullaan laatimaan uusi palvelutasosuunnitelma, jonka yhteydessä sähköbussit otetaan laajasti tarkasteluun.

Tavoitteena on, että kaikki linjat – seutuliikennettä lukuun ottamatta – sähköistetään uuden sopimuskauden alussa. Tämä edellyttää investointeja myös latausinfrastruktuuriin, erityisesti liikennöitsijöiden varikoilla. Keskustelussa on ollut myös matkakeskuksen sijainnin muuttaminen lähemmäs keskustaa, mikä voisi tarjota paremmat edellytykset kaupunkilataukselle.

### 7.3.4 Pilotit ja erityisliikenne

Raumalla ei ole toistaiseksi toteutettu varsinaisia sähköbussipilotteja. Sen sijaan on pohdittu sähköisten pikkubussien käyttöä kutsuohjatussa liikenteessä, erityisesti haja-asutusalueilla. Esteettömyyteen liittyvät tekniset haasteet ovat kuitenkin rajoittaneet tämänkaltaisen kaluston käyttöä. Matalalattiaisiksi luokitellut pienajoneuvot eivät käytännössä vastaa kaupunkibussien esteettömyystasoa, mikä heikentää niiden soveltuvuutta ikäihmisille ja liikuntarajoitteisille matkustajille.

### 7.3.5 Näkymät Satakunnan alueella

Rauman näkökulmasta sähköisen joukkoliikenteen tulevaisuus on vahvasti riippuvainen alueellisesta yhteistyöstä. ELY-keskuksen rooli seutuliikenteessä on merkittävä, ja jatkossa vastuut voivat siirtyä Traficomille. Tämä voi tuoda uusia vaatimuksia päästöluokkien ja kaluston osalta myös Rauman ulkopuolelle suuntautuvaan liikenteeseen.

Haastattelussa korostettiin, että sähköbussien käyttöönotto Satakunnassa edellyttää tiivistä viranomaisyhteistyötä, riittäviä investointeja ja markkinatilanteen kehittymistä erityisesti kaluston saatavuuden ja infrastruktuurin osalta. Rauman kaupungin tavoite on saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2030 mennessä, ja sähköbussien rooli tämän tavoitteen saavuttamisessa nähdään keskeisenä.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten Satakunnan alueen julkinen liikenne voidaan sähköistää ja mitä etuja sekä haasteita siihen liittyy. Tutkimuksen perusteella sähköinen joukkoliikenne tarjoaa merkittäviä ympäristö-, talous- ja sosiaalisia hyötyjä alueelle. Hiilidioksidipäästöjen väheneminen, ilmanlaadun parantuminen ja energiatehokkuuden kasvu tukevat selkeästi Suomen ja EU:n ilmastotavoitteita. Samalla sähköbussit tarjoavat hiljaisemmän ja miellyttävämmän matkustuskokemuksen, mikä voi lisätä joukkoliikenteen houkuttelevuutta.

Taloudellisesta näkökulmasta alkuinvestoinnit ovat suuria, mutta pitkällä aikavälillä sähköbussien alhaisemmat käyttökustannukset, huollon vähäisyys ja energiansäästö tekevät sähköistämisestä kannattavan vaihtoehdon. Sähköistämisen onnistunut toteutus edellyttää suunnitelmallista lähestymistapaa, riittävää rahoitusta ja eri sidosryhmien välistä yhteistyötä. Erityisesti latausinfrastruktuurin kehittäminen ja sähköbussien toimitusaikojen huomioiminen vaativat huomiota.

Ympäristöllisestä näkökulmasta sähköajoneuvojen käyttö vähentää merkittävästi liikenteen hiilidioksidipäästöjä ja ilman epäpuhtauksia. Tämä parantaa ilmanlaatua, tukee asukkaiden terveyttä ja mahdollistaa kaupunkialueiden viihtyisyyden kasvun. Uusiutuvien energialähteiden käyttö korostaa edelleen

sähköistämisen ympäristöhyötyjä. Näillä toimenpiteillä on keskeinen rooli myös Suomen vuodelle 2030 asetettujen ilmastotavoitteiden saavuttamisessa, erityisesti liikenteen päästöjen puolittamisen osalta.

Sosiaalisesta näkökulmasta sähköbussit parantavat matkustuskokemusta hiljaisemman ja mukavamman kyydin ansiosta, mikä voi houkuttaa uusia käyttäjiä joukkoliikenteen pariin. Lisäksi ilmanlaadun paraneminen vaikuttaa positiivisesti erityisesti herkempiin väestöryhmiin, kuten lapsiin ja vanhuksiin. Työpaikkojen syntyminen esimerkiksi huolto- ja energiateknologia-aloille tukee paikallista sosiaalista kestävyyttä

Haastatteluissa tuodaan esiin, että sähköbussien käyttöönotto nähdään realistisena ja välttämättömänä kehityssuuntana myös Satakunnassa. Porin Linjat Oy:n mukaan sähköbussit soveltuvat hyvin kaupunkiliikenteeseen, mutta nykyinen latausinfrastruktuuri ei vielä mahdollista laajamittaista käyttöönottoa. Lisäksi toimitusaikojen pituus ja kaluston korkea hankintahinta koetaan haasteiksi, joiden ratkaisemiseksi tarvitaan ennakoivaa suunnittelua ja julkista tukea. YES-EU:n näkemyksen mukaan sähköbussien teknologia on riittävän kehittyntä Suomen sääolosuhteisiin, ja huoltokustannukset ovat alhaiset verrattuna perinteisiin dieselbusseihin. Haastatteluissa korostetaan myös koulutuksen ja osaamisen kehittämisen merkitystä uuden teknologian käyttöönotossa.

### 8.1 Porin ja Rauman kehitysvaiheet vertailussa

Porin Linjat Oy:n kokemukset osoittavat, että vaiheittainen siirtyminen sähköiseen liikenteeseen on mahdollista, ja käytännön haasteisiin voidaan vastata teknologian kehityksen sekä hyvien käytäntöjen avulla. Satakunnassa sähköistämisen eteneminen edellyttää myös maakuntatason strategista tukea, mikä näkyy muun muassa Satakunnan maakuntaohjelmassa.

Rauman osalta sähköistämisen kehitys on varhaisemmassa vaiheessa, mutta suunta on selkeä. Vuonna 2023 käyttöönotettu RaumanGyyt-palvelu uudistaa

kaupungin joukkoliikennettä, mutta sähköbussien käyttöönottoa ei vielä toteuteta korkean hankintahinnan ja infrastruktuurin puutteiden vuoksi. Haastattelussa Rauman kaupungin liikenteestä vastaava viranhaltija tuo esiin, että sähköbussien käyttöönotto on tarkoitus ottaa tarkempaan tarkasteluun seuraavan liikennöintisopimuksen yhteydessä, joka alkaa vuonna 2026 ja jatkuu mahdollisesti optiokaudella vuoteen 2029.

Rauman tavoitteena on siirtyä vaiheittain sähkökalustoon, ja erityisesti latausinfrastruktuuri liikennöitsijöiden varikoilla nähdään tärkeänä investointikohteena. Lisäksi keskustelua käydään matkakeskuksen sijainnin muuttamisesta keskustaa lähemmäksi, mikä voisi mahdollistaa tehokkaamman kaupunkilähtöisen liikenteen.

Vaikka sähköbusseja ei ole vielä otettu käyttöön Raumalla, suunnitelmissa on laatia uusi palvelutasosuunnitelma, jossa sähkökaluston rooli otetaan huomioon. Tavoitteena on sähköistää kaikki linjat seutuliikennettä lukuun ottamatta uuden sopimuskauden aikana.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että sähköisen joukkoliikenteen käyttöönotto Satakunnassa on realistinen ja tavoiteltava kehityssuunta. Sen toteuttaminen vaatii panostuksia, mutta tarjoaa samalla merkittäviä hyötyjä alueen elinvoimaisuuden, kilpailukyvyn ja kestäväen kehityksen näkökulmista.

## 8.2 Keskeiset tutkimuskysymykset ja niihin saadut vastaukset

Tutkimuksessa pyritään vastaamaan kolmeen keskeiseen kysymykseen, jotka ohjaavat työn rakennetta ja sisällöllistä tarkastelua: Millainen on Satakunnan julkisen liikenteen nykytilanne kestäväen kehityksen ja vastuullisuuden kannalta? Millä tavoin julkisen liikenteen sähköistäminen parantaa ympäristön tilaa Satakunnassa? Mitkä haasteet voivat estää Satakunnan julkisen liikenteen sähköistämistä? Näihin kysymyksiin etsitään vastauksia analysoimalla alueen nykytilannetta, vertailemalla kotimaisia esimerkkejä sekä hyödyntämällä asiantuntijahaastatteluja ja ajankohtaisia strategia-asiakirjoja.

Satakunnan julkinen liikenne perustuu pääosin linja-autoliikenteeseen, joka toimii sekä kaupungeissa että seutuliikenteessä yhdistäen pienempiä paikkakuntia alueen keskuksiin. Kestävyyšnäkökulmasta alueella on otettu ensiaskeleita sähköistämässä erityisesti kevyessä liikenteessä ja raideliikenteessä, mutta joukkoliikenteen sähköistäminen on vasta alkuvaiheessa.

Pori on edelläkävijä sähköbussien käyttöönotossa, mutta laajempi siirtymä edellyttää merkittäviä investointeja. Väestötiheyden vaihtelu asettaa haasteita kestäville ratkaisuille, sillä harvaan asutuilla alueilla joukkoliikenteen järjestäminen on vaikeasti kannattavaa. Tästä huolimatta sähköistämistä pidetään keskeisenä keinona ilmastotavoitteiden saavuttamisessa sekä ilmanlaadun ja elinympäristön parantamisessa. Satakunnan liikennejärjestelmäsuunnitelmassa korostetaan kestäviä liikenneratkaisuja ja sähköistämistä erityisesti kaupunkiseuduilla. Sähköistäminen vähentää merkittävästi hiilidioksidipäästöjä ja muita ilman epäpuhtauksia, kuten typen oksideja ja pienhiukkasia, mikä tukee asukkaiden terveyttä erityisesti kaupungeissa. Sähköbussit ovat energiatehokkaampia kuin dieselbussit ja vähentävät melusaastetta, parantaen näin asuinviihtyvyyttä. Ympäristöhyödyt kasvavat entisestään, kun sähkö tuotetaan uusiutuvista lähteistä, kuten aurinko- tai tuulivoimasta. Lisäksi sähköistämisen avulla voidaan edistää laajempia ilmastotavoitteita, kuten liikenteen päästöjen puolittamista vuoteen 2030 mennessä. Satakunnan maakuntaohjelmassa sähköistämistä tuetaan vähäpäästöisten energiaratkaisujen, kuten tuulivoiman lisäämisellä.

Keskeisimmät haasteet sähköistämässä ovat korkeat alkuinvestoinnit, sillä sähköbussien hankintahinta voi olla jopa kaksinkertainen dieselbusseihin verrattuna, ja myös latausinfrastruktuurin rakentaminen sekä sähköverkon vahvistaminen vaativat suuria taloudellisia panostuksia. Lisäksi nykyinen infrastruktuuri ei vielä tue laajamittaista sähköbussiliikennettä, ja sähköbussien toimitusajat voivat olla jopa muutamia vuosia. Sähkökatkokset aiheuttavat riskejä, joita varten suunnitellaan varakalustoa. Harvaan asutut alueet vaikeuttavat sähköistetyn joukkoliikenteen taloudellista kannattavuutta, ja uuden teknologian käyttöönotto edellyttää kuljettajien ja huoltohenkilöstön lisäkoulutusta.

Näistä haasteista huolimatta strateginen suunnittelu, EU- ja valtion tukimuodot sekä yhteistyö energiayhtiöiden kanssa voivat auttaa niiden ratkaisemisessa ja edistää joukkoliikenteen sähköistämistä Satakunnassa.

Tutkimuksen perusteella esitetään useita toimenpidesuosituksia julkisen liikenteen suunnittelusta vastaaville kunnallisille ja alueellisille toimijoille Satakunnassa. Suositukset pohjautuvat Triple Bottom Line -ajattelumalliin, jossa huomioidaan taloudellinen, ympäristöllinen ja sosiaalinen kestävyys. Ensinnäkin suositellaan laatimaan alueellinen investointisuunnitelma, joka sisältää sähköbussien hankinnat, latausinfrastruktuurin rakentamisen ja sähköjakeluverkon vahvistamisen. Lisäksi suositellaan, että maakunnan kaikki liikennesuunnittelijat sisällyttävät sähköistämistavoitteet osaksi alueellisia ilmasto- ja energiatoimintaohjelmia. Sosiaalisen kestävyuden näkökulmasta kehoitetaan varmistamaan, että sähköbussikalusto täyttää esteettömyysvaatimukset, jotta se palvelee kaikkia väestöryhmiä tasapuolisesti. Kokonaisuuden koordinoinnin varmistamiseksi esitetään, että Satakunnan maakuntahallinto laatii sähköistämisen tiekartan, jossa määritellään aikataulut, vastuut ja rahoitusmallit. Näin varmistetaan, että sähköisen joukkoliikenteen kehittäminen ei jää yksittäisten toimijoiden vastuulle, vaan sitä edistetään osana laajempaa kestävä liikkuksen kokonaisuutta.

Jatkotutkimuksessa voidaan tarkastella vety- ja biokaasuratkaisujen soveltuvuutta täydentävinä käyttövoimina Satakunnan joukkoliikenteessä. Näillä vaihtoehtoisilla käyttövoimilla voidaan tukea alueen siirtymää kohti päästötöntä liikennettä erityisesti pidemmillä reiteillä ja raskaammassa kalustossa, missä täyssähkö ei välttämättä ole kustannustehokkain ratkaisu. Vety ja biokaasu voivat toimia strategisina lisäyksinä uusiutuvan energian kokonaisuuteen, edistäen energian huoltovarmuutta ja alueellista omavaraisuutta.

## LÄHTEET

Busetto, L., Wick, W. & Gumbinger, C. (27.5 2020). How to use and assess qualitative research methods. *Neurological Research and Practice*, 2(14).  
<https://doi.org/10.1186/s42466-020-00059-z>

C40 Knowledge. (2020). Climate strategy for Oslo towards 2030. Haettu 19.1.2025 osoitteesta [https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Climate-Strategy-for-Oslo-towards-2030?language=en\\_US](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Climate-Strategy-for-Oslo-towards-2030?language=en_US).

European Commission. (n.d). European Clean Bus Deployment Initiative. Haettu 22.2.2025 osoitteesta [https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/european-clean-bus-deployment-initiative\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/european-clean-bus-deployment-initiative_en).

European Environment Agency. (24.4.2023). Europe's air quality status 2023. Haettu 22.2.2025 osoitteesta <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2023>

Fortum. (26. tammikuuta 2022). Kun yhteiskunta sähköistyy, mitä se tarkoittaa yrittäjälle? Haettu 22.2.2025 <https://www.fortum.com/fi/yrityksille-ja-yhteisoiille/sahkosopimus/ajankohtaista/yhteiskunnan-sahkoistuminen>

Giaume. C. (26.11.2023). Data-driven technology powers Oslo's sustainable electric bus fleet. Haettu 22.2.2025 osoitteesta <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/news/data-driven-technology-powers-oslos-sustainable-electric-bus-fleet>.

Havulatva. (n.d). Mikä on hiilijalanjälki? Haettu 14.11.2024 osoitteesta <https://havulatva.fi/mika-on-hiilijalanjalki/>.

Heinonen. A, Kunnasvirta. A & Satavuori. A. (3.2.2021). Kaupunkiliikenteen sähköistämällä ilmastonmuutosta vastaan. TALK Turku amk,  
<https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20231113145856>

Hyvönen, K (14.9.2017). Sähköisen liikenteen käynnistäminen Suomessa. Haettu 28.3.2024 osoitteesta <http://smartenergytransition.fi/wp-content/uploads/2017/09/S%C3%A4hk%C3%B6isen-liikenteen-k%C3%A4ynnist%C3%A4minen-Suomessa.pdf>.

Ikäheimo, E. (18.5.2015). Ympäristövaikutusten merkittävyyden arviointi – kuvaukset eri vaikutustyyppien ja merkittävyyden osatekijöiden luokitteluasteikoille. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:juu-201604122154>

Ilmasto-opas. (17.2.2021). Kotitalouksien kulutuksella on merkittävä ilmasto-vaikutus. Haettu 31.1.2025 osoitteesta <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/kotitalouksien-kulutuksella-on-merkittava-ilmastovaikutus>

Ilmasto-opas. (31.5.2022). Liikenne on merkittävä kasvihuonekaasupäästöjen tuottaja. Haettu 14.1.2024 osoitteesta <https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/liikenne-on-merkittava-kasvihuonekaasupaastojen-tuottaja>

International Energy Agency. (2024). Global EV Outlook 2024. IEA, <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>.

Jonker, A. (1.12.2023). What is the triple bottom line (TBL)? IBM, <https://www.ibm.com/think/topics/triple-bottom-line>

Kallinen, T & Kinnunen, T. (2021). Laadullisen tutkimuksen ominaispiirteet. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mita-on-laadullinen-tutkimus/laadullisen-tutkimuksen-ominaispiirteet/>.

Kestävyyssloikka. (11.9.2024). Sähköbussien investointikustannukset ja taloudelliset vaikutukset. Haettu 22.2.2025 osoitteesta <https://kestavyysloikka.ymparisto.fi/turun-seudun-folin-sahkobussit-kestavaa-liikennetta-ja-taloudellista-hyotya/>.

Klesty, V. (14.10.2022). E-bus deal puts Oslo on track for zero-emissions public transport goal. Reuters. <https://www.reuters.com/world/europe/e-bus-deal-puts-oslo-track-zero-emissions-public-transport-goal-2022-10-14/>.

Laine, M, Bamberg, J & Jokinen, P. (2007). Tapauksena tapaustutkimus. Haettu 26.3.2025. osoitteesta <https://journal.fi/aikuiskasvatus/article/view/94173/52851>

Leinonen, J. (27.5.2021) Linja-autoliikenteen sähköistäminen [AMK Metropolia Ammattikorkeakoulu] Theseus. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021052711697>

Liikenne Suomi. (n,d). Päättäjät. Turvaa ammattimainen kuljetusala. Haettu 29.4.2025 osoitteesta [https://liikennesuomi.fi/wp-content/uploads/2023/11/LiikenneSuomi\\_2023\\_Ir-esite.pdf](https://liikennesuomi.fi/wp-content/uploads/2023/11/LiikenneSuomi_2023_Ir-esite.pdf)

Lith, P. (24.8.2017). Älyteknologiasta resepti metropolien haasteisiin. Haettu 19.1.2025 osoitteesta <https://stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2017/alyteknologiasta-resepti-metropolien-haasteisiin>.

Moksu, M. (2024). Vaatimukset sähköbussien hankkimisesta ja lyhyet sopimukset ajavat ahtaalle paikallisliikenteen bussifirmoja. Yle uutiset. <https://yle.fi/a/74-20138510>.

Motiva. (n.d). Uusiutuva energia Suomessa. Haettu 22.2.2025 osoitteesta [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/uusiutuva\\_energia\\_suomessa](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/uusiutuva_energia_suomessa).

Nurmi, O. (26.5.2023). Hiilijalanjäljen laskenta Matkailijamittarissa. Haettu 14.11.2024 osoitteesta <https://www.visitfinland.fi/49d063/contentassets/242f0f5314604d75b4ed84a5349dc9b3/hiilijalanjaljen-laskenta-matkailijamittarissa.pdf>.

Porin Linjat. (29.3.2017) Porin Linjat sähköisen liikenteen edelläkävijänä. Porin linjat. <https://porinlinjat.fi/porin-linjat-sahkoisen-liikenteen-edellakavijana/>

Saaranen-Kauppinen. A. (2006). KvaliMOTV Menetelmäopetuksen tietovaranto. Haettu 26.3.2025 osoitteesta <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/pohdittavaa.html>

Salomáo. A. (8.2.2023). Induktiivinen vs. deduktiivinen tutkimus: Deduktiivinen tutkimus: Kaksi lähestymistapaa aineiston analysointiin. Haettu 26.3.2025 osoitteesta <https://mindthegraph.com/blog/fi/induktiivinen-vs-deduktiivinen-tutkimus/>

Satakunta. (2021). Satakunnan Tilannekuva. Haettu 2.10 2024 osoitteesta <https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2021/05/1-Tilannekuva.pdf>.

Satakunta. (n.d). Maakuntaohjelman 2026–2029 valmistelu. Haettu 14.11.2024 osoitteesta <https://satakunta.fi/aluekehitys/strategiat-ja-ohjelmat/maakuntaohjelma-2026-2029/>.

Satakuntaliitto. (14.3.2022). Satakunnan liikennejärjestelmäsuunnitelma. Haettu 2.10.2024 osoitteesta [https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2022/05/satljjs2022\\_osa1\\_taustarapo.pdf](https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2022/05/satljjs2022_osa1_taustarapo.pdf).

Satakuntaliitto. (n.d). Satakunnan ilmasto- ja energiastrategia 2030. Haettu 22.2.2025 osoitteesta <https://satakunta.fi/wp-content/uploads/2021/09/satakunnan-ilmasto-ja-energiastrategia.pdf>.

Satakunnan kauppakamari. (n.d). Merkittäviä tulevaisuusinvestointeja Pori-Tampere-radalle. Haettu 14.11.2024 osoitteesta <https://satakunnankauppakamari.fi/fi-fi/article/ajankohtaista/merkittavia-tulevaisuusinvestointeja-pori-tampere-radalle/414/>.

Sähköinen Liikenne. (2024). Sähköisen liikenteen tilannekatsaus – Q3/2024

Haettu 2.10.2024 osoitteesta <https://teknologiateollisuus.fi/emobility/wp-content/uploads/sites/9/2024/10/2024-Q3-SahkoinenLiikenne-tilannekatsaus-2024-10-28-jaettava.pdf>

Traficom. (24.9.2021) Yleistä joukkoliikenteen järjestämisestä, rahoituksesta ja liikevaihdosta. Haettu 30.4.2025 osoitteesta <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/yleista-joukkoliikenteen-jarjestamisesta-rahoituksesta-ja-liikevaihdosta>

U.S. Department of Energy. (n.d). Sähköajoneuvojen hyödyt ja huomioon otettavat tekijät. Haettu 22.2.2025 osoitteesta [https://afdc.energy.gov/fuels/electricity\\_benefits.html](https://afdc.energy.gov/fuels/electricity_benefits.html).

Valtioneuvosto. (8.11.2024). Tutkimus: Ohjauskeinoja liikenteen automaatioon ja palveluistumiseen. Haettu 11.1.2025 osoitteesta <https://valtioneuvosto.fi/-/tutkimus-ohjauskeinoja-liikenteen-automatioon-ja-palveluistumiseen>.

Varjonen. J. (27.8.2024). Porin sähköbussikokeilu loppui liian varhain. Satakunnan kansa. <https://www.satakunnankansa.fi/satakunta/art-2000010641988.html>

Virtanen. S. (31.10.2023). Sähköbussit tulevat kaupungissa 9 % halvemmiksi, vaikka ostohinta 100 % kalliimpi – Suomessa erityisen edullisia dieselvaihtoehtoon verrattuna. Tekniikka&Talous. <https://www.tekniikkatalous.fi/uutiset/sahkobussit-tulevat-kaupungissa-9-halvemmiksi-vaikka-ostohinta-100-kalliimpi-suomessa-erityisen-edullisia-dieselvaihtoehtoon-verrattuna/a14b7e2c-036f-4b49-920a-7dc510fc455b>.

World Health Organization. (24.10.2024). Ambient Air Pollution and Health Impacts in Urban Areas. Haettu 22.2.2025 osoitteesta [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

Ympäristö.fi. (n.d). Kestävä yhdyskuntarakenne. Haettu 14.1.2024 osoitteesta <https://www.ymparisto.fi/fi/rakennettu-ymparisto/kestava-yhdyskuntarakenne/kestava-yhdyskuntarakenne-varsinais-suomi-ja-satakunta>.

Ympäristöministeriö. (n.d). Suomen kansallinen ilmastopoliittika. Haettu 2.10.2024 osoitteesta <https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopoliittika>.

## LIITE 1: PUOLISTRUKTUROITU HAASTATTELURUNKO

- Miten olette mukana kaupungin sähköistämishankkeissa ja julkisen liikenteen kehittämisessä?
- Miten näette julkisen liikenteen sähköistämisen kehityksen Satakunnassa tällä hetkellä?
- Onko teillä suunnitelmia kasvattaa sähköbussikalustoa lähitulevaisuudessa?
- Mitkä ovat suurimmat haasteet sähköisen joukkoliikenteen laajentamisessa?
- Millaisia haasteita ja mahdollisuuksia näette Satakunnan joukkoliikenteen sähköistämisessä pitkällä aikavälillä?
- Voiko vetyteknologia tai muut vaihtoehtoiset ratkaisut olla realistisia vaihtoehtoja sähköbussien rinnalla?
- Miten arvioitte nykyisen latausinfrastruktuurin riittävyttä, ja millaisia investointeja suunnittelette sen kehittämiseen?
- Onko sähköbussien käyttöönotto pitkällä aikavälillä taloudellisesti kannattavampaa kuin dieselbussien käyttö?
- Näettekö yhteistyömahdollisuuksia esimerkiksi energiantuottajien, muiden kaupunkien tai julkisten toimijoiden kanssa sähköistämisen edistämiseksi?