

Tiemaksujen teknistoiminnallinen esiselvitys

HSL Helsingin seudun liikenne
Opastinsilta 6 A
PL 100, 00077 HSL00520 Helsinki
puhelin (09) 4766 4444
www.hsl.fi

Lisätietoja: Lauri Vuorio, puhelin
lauri.vuorio@hsl.fi

Sini Puntanen
sini.puntanen@hsl.fi

Hanna Eriksson
hanna.eriksson@hsl.fi

Copyright: Kartat, graafit, ja muut kuvat
Kansikuva: HSL / kuvaajan nimi
Taitto: Henkilön nimi (tarvittaessa)

Painopaikka
Helsinki 2020

Esipuhe

Helsingin seudun hyväksymässä MAL 2019 -suunnitelmassa todetaan, että seudulle luodaan valmius ottaa käyttöön tieliikenteen hinnoittelu liikenteen päästöjen ja tieverkon ruuhkautumisen vähentämiseksi. MAL 2019:n jatkotyönä päätettiin käynnistää tiemaksujärjestelmän iteroiva suunnittelu ja vaikutusten arviointi. MAL 2019:n mukaisesti seutu ja valtio suunnittelevat ja arvioivat iteroiden seudulle toteuttamiskelpoista tiemaksujärjestelmää yhteistyössä. Valtion vastuulla on laatia tiemaksut mahdollistava lainsäädäntö. Liikenteen hinnoittelun osalta selvitykset optimaalisista malleista, vaikutusarviointit ja vaadittava lainsäädäntö laaditaan ensin ja päätökset seudulla tehdään näiden jälkeen.

Tiemaksuista on tehty kolme esiselvitystä, josta tämä, Tiemaksujen teknistoiminnallinen esiselvitys, on yksi. Esiselvitykset on tehty pohjustamaan ja antamaan tietoa itse suunnittelutyöhön. Suunnittelutyötä ei ole vielä käynnistetty.

Tulevan valmistelutyön tavoitteena on mahdollisen Helsingin seudun tiemaksuallin laadukas, yhdessä tehtävä suunnittelu, tiemaksut kaupunkiseudulle mahdollistavan lain säätäminen sekä laadukas vaikutusten arviointi.

Kolme esiselvitystä:

Hallinnollisessa esiselvityksessä (Sitowise Oy, FCG Konsultointi Oy) kartoitetaan erilaisia hallinnollisia prosesseja ja rakenteita, jotka kytkeytyvät tiemaksujärjestelmään. Esiselvityksessä on pyritty löytämään ne päätöksentekoon liittyvät olennaiset hallinnolliset kysymykset, joita varsinaisessa selvityksessä ja lainvalmistelutyössä tulee selvittää. Lisäksi pyritään tunnistamaan millaisia kytkentöjä eri prosessien ja kysymysten välillä on.

Teknistoiminnallisessa esiselvityksessä (FLOU Oy) pääpaino oli kartoittaa maksujärjestelmien toiminnallisuuksia ja toteutusvaihtoehtoja benchmark –tarkastelujen kautta sekä edellytyksiä tiemaksujen vaikutusarviointiin.

Palvelumuotoilun esiselvityksessä (Hellon Oy) toteutetaan seudullinen tutkimus, jonka tavoitteena on auttaa ymmärtämään tarkemmin tiemaksukokonaisuutta asukkaiden, elinkeinoelämän ja seudun luottamushenkilöiden näkökulmasta: millaisia odotuksia ja mielipiteitä tiemaksuista on ja mitä teemoja ja syitä näkemysten taustalla on. Keväällä 2020 valmistuu tutkimuksen laadullinen osio ja määrällinen osio siirtyy myöhemmäksi.

HSL vastaa Helsingin seudulla lakisäätöisestä liikennejärjestelmäsuunnittelusta. HSL on tilannut esiselvitykset Helsingin seudun maankäytön, asumisen ja liikenteen MAL 2019 -suunnitelman jatkotyönä. Esiselvitysten tekoa on ohjannut Helsingin seudun liikennejärjestelmätoimikunta eli HLJ-toimikunta.

Tiivistelmäsiivu

Julkaisija: HSL Helsingin seudun liikenne			
Tekijät: Taina Haapamäki, Sami Mäkinen ja Taru Pakkanen; FLOU Oy			Päivämäärä 9/2020
Julkaisun nimi: Tiemaksujen teknistoiminnallinen esiselvitys			
Rahoittaja / Toimeksiantaja: MAL 2019			
Tiivistelmä:			
<p>MAL 2019 -suunnitelman mukaan liikenteen päästövähennystavoite saavutetaan Helsingin seudulla laajan toimenpideyhdistelmän avulla. Näistä yksi on liikennesuoritetta vähentävät tiemaksut. Tiemaksujen teknistoiminnallinen esiselvitys on MAL 2019 -suunnitelman jatkotyö, jossa tarkastellaan tiemaksujen suunnittelun ja arvioinnin lähtökohtia. Selvitys koostuu kolmesta osiosta, joissa tarkastellaan tiemaksujärjestelmien toimintaperiaatteita, tiemaksujärjestelmät mahdollistavia teknologioita ja vaikutusten arvioinnin kehittämistarpeita.</p> <p>Tiemaksujärjestelmien toimintaperiaatteiden osalta tehtiin benchmark-tarkastelu, johon valittiin viisi kaupunkia, joissa tiemaksut on toteutettu tai joissa on suunniteltu tiemaksujen käyttöönottoa. Kaupunkien osalta tarkasteltiin tiemaksujärjestelmien toimintaperiaatteita, teknologioita ja vaikutuksia. Lisäksi tarkasteltiin tunnistettujen toimintaperiaatteiden eri toteutustapoja. Tarkastelussa tunnistettiin, että tiemaksujärjestelmien taustalla olevat yhteiskunnalliset tavoitteet määrittävät tehokkaasti järjestelmien toimintaperiaatteita, toteutustapoja ja teknologiavalintoja sekä mahdollistavat tiemaksujen havaitut ja tavoitellut vaikutukset. Lisäksi tunnistettiin, että tiemaksujärjestelmillä on pystytty saavuttamaan niille asetettuja yhteiskunnallisia tavoitteita.</p> <p>Tiemaksujärjestelmän mahdollistavat teknologiat -osatehtävässä tarkasteltiin neljää teknologiaa, jotka ovat nykyisin yleisesti käytössä tai joita ollaan ottamassa käyttöön lähivuosina. Tarkastellut teknologiat olivat mikroaaltopohjainen (DSRC), automaattinen rekisterikilven tunnistus (ANPR), satelliittipaikannukseen perustuva (GNSS) ja mobiilisovellukseen perustuva seuranta. Teknologiat eroavat toisistaan sen mukaan, sopivatko ne ainoaksi valvontateknologiaksi, edellyttävätkö ne etukäteisrekisteröintiä, soveltuvatko ne eri sääolosuhteisiin ja mikä niiden luotettavuus on, soveltuvatko ne ajosuorituksen seurantaan tai laajalle alueelle sekä yleisyytensä osalta.</p> <p>Vaikutusarvioinnin kehittämisen osalta tarkasteltiin, miten nykyisin käytössä olevat arviointimenetelmät soveltuvat tiemaksujärjestelmien arviointiin, miten arviointimenetelmiä tulisi kehittää ja mitä tietovarantoja kehittämisen edellyttäisi. Benchmark-tarkastelun perusteella tunnistettiin 14 eri vaikutuslajia, joiden arviointitarpeet tunnistettiin ja esiteltiin tarkemmin. Osatehtävässä tunnistettiin, että nykyisin käytössä olevat arviointimenetelmät tarjoavat pääosin hyvän perustan tiemaksujen suunnittelulle ja arvioinnille. Osa tunnistetuista vaikutuksista on sellaisia, joita käytössä olevilla arviointimenetelmillä on mahdollista arvioida kokonaisvaltaisesti. Niiden vaikutusten osalta, joita voidaan arvioida vain osittain, tulisi arviointimenetelmiä edelleen kehittää ja tiemaksujen vaikutusten arviointiin tulisi merkittävästi panostaa. Tärkeimmäksi kehityskohteeksi nostettiin matkan lähtöajan valintamallien ja sitä kautta ruuhkien voimakkuutta ja ajallista leviämistä kuvaavien mallien kehittäminen.</p>			
Avainsanat: MAL 2019, tiemaksut, liikenteen hinnoittelu, ruuhkamaksut			
Sarjan nimi ja numero:			
ISSN 1798-6176 (nid.)	ISBN (nid.)	Kieli: suomi	Sivuja:
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN (pdf)		
HSL Helsingin seudun liikenne, PL 100, 00077 HSL, puhelin (09) 4766 4444			

Sammandragssida

Utgivare: HRT Helsingforsregionens trafik	
Författare: Taina Haapamäki, Sami Mäkinen ja Taru Pakkanen; FLOU Oy	Datum 9/2020
Publikationens titel: X	
Finansiär / Uppdragsgivare: MAL2019	
Sammandrag:	
<p>Målet för minskning av utsläpp från trafiken enligt MAL 2019-planen uppnås i Helsingforsregionen genom en omfattande kombination av åtgärder. En av åtgärderna är vägavgifter som minskar trafikarbetet. I det fortsatta arbetet med MAL 2019 ingår en preliminär teknisk och funktionell utredning som utreder utgångspunkter för planering och utvärdering av vägavgifter. Utredningen består av tre delar som granskar vägavgiftssystemets verksamhetsprinciper, teknik som möjliggör vägavgiftssystem samt behov av att utveckla bedömningen av effekterna.</p> <p>För verksamhetsprinciperna för vägavgiftssystem utfördes en benchmarkstudie. Fem städer där vägavgifter införts eller där införande av vägavgifter planeras valdes till granskningen. Verksamhetsprinciperna, tekniken och effekterna av vägavgiftssystemet beskrivs för varje stad. Dessutom granskades olika sätt att genomföra de verksamhetsprinciper som identifierades. I granskningen konstateras att de samhällsmässiga mål som ligger bakom vägavgiftssystemet effektivt definierar dess verksamhetsprinciper, genomförandet och valet av teknik, samt möjliggör de effekter som observerats och eftersträvats. Ytterligare uppmärksammas att de samhälleliga målsättningar som ställts upp för dessa system har uppnåtts.</p> <p>I deluppgiften för teknik som möjliggör vägavgiftssystem analyserades fyra tekniker som för närvarande används allmänt eller som kommer att införas inom de närmaste åren. Teknikerna som analyserades var mikrovägsbaserad uppföljning (DSRC), automatisk avläsning av registerskyltar (ANPR), satellitnavigationsbaserad uppföljning (GNSS) och uppföljning som baserar sig på en mobilapplikation. Teknikerna skiljer sig från varandra beroende på om de är lämpliga som den enda övervakningstekniken, om de förutsätter förhandsregistrering, om de är tillämpliga i olika väderleksförhållanden och hur tillförlitliga de är, om de är tillämpliga i uppföljning av trafikarbete eller över stora områden samt hur allmänna de är.</p> <p>Vad gäller konsekvensbedömningen granskades hur de nuvarande bedömningsmetoderna lämpar sig för bedömningen av vägavgiftssystem, hur dessa metoder borde utvecklas och vilka data utvecklingen skulle kräva. Utifrån benchmarkstudien fastställdes 14 olika kategorier av effekter, vars behov av bedömning identifieras och presenteras närmare. I deluppgiften fastställdes att de bedömningsmetoder som för närvarande används huvudsakligen erbjuder en bra grund för planeringen och bedömningen av vägtrafikavgifter. En del av de uppmärksammade effekterna är sådana som helhetsmässigt kan bedömas med nuvarande bedömningsmetoder. Vad gäller effekterna som endast delvis kan bedömas bör bedömningsmetoderna utvecklas vidare och en betydande satsning bör göras på bedömningen av vägavgifternas effekter. Det allra viktigaste utvecklingsområdet omfattar modeller för val av avgångstid och därmed utvecklingen av modeller som beskriver trafikstockningarnas storlek och tidsmässiga spridning.</p>	
Ämnesord: trängselavgifter, vägavgifter, prissättning av trafik	
Publikationsseriens titel och nummer:	
ISSN 1798-6176 (häft.)	ISBN (häft.)
ISSN 1798-6184 (pdf)	ISBN (pdf)
HRT Helsingforsregionens trafik, PB 100, 00077 HRT, tfn. (09) 4766 4444	

Abstract page

Published by: HSL Helsinki Region Transport			
Author: Taina Haapamäki, Sami Mäkinen ja Taru Pakkanen; FLOU Oy	Date of publication 9/2020		
Title of publication:			
Financed by / Commissioned by: MAL2019			
Abstract:			
<p>According to the Land Use, Housing and Transport Plan (MAL 2019), the traffic emission reduction target will be achieved in the Helsinki region with the help of a wide range of measures. The measures include road charges, which will reduce vehicle mileage. The technical and functional preliminary study concerning road charges is a follow up to the MAL 2019 plan. It studies the starting points for the planning and assessment of road charges. The study consists of three sections that concentrate on the principles of road charge systems, technologies that enable the systems and the development needs related to impact assessment.</p> <p>A benchmark study was carried out about the principles of road charge systems. Five cities that collect road charges or plan to collect them were chosen for the study. The working principles, technologies and impacts of the road charge systems used in the cities were studied. In addition, attention was paid to the different implementation methods of the working principles identified. It was found in the study that the social objectives underlying the road charge systems effectively define the working principles, implementation methods and choices of technology related to the systems. In addition, they enable the observed and targeted impacts of road charges. Furthermore, it was found that the road charge systems have enables cities to meet the social objectives set for them.</p> <p>In the subtask focusing on the technologies enabling road charge systems, four technologies that are nowadays commonly used or that are being deployed were studied. The technologies included in the study were based on dedicated short-range communications (DSRC), automatic number plate recognition (ANPR), the global navigation satellite system (GNSS) and mobile app-based monitoring. The technologies differ from one another in whether they can be used as the only control technology, whether they require advance registration, if they can be used in different weather conditions, how reliable they are, if they can be used to monitor vehicle mileage, if they can cover a wide area and how common they are.</p> <p>The section focusing on the development of impact assessment studied the applicability of the currently used assessment methods to assess road charge systems, how assessment methods should be developed and what information resources the development work would require. Based on the benchmark study, 14 different impact types were identified. The assessment needs of these types were also identified and presented in more detail. It was found that the assessment methods that are currently being used mainly provide a good basis for the planning and assessment of road charges. Some of the impacts identified can be comprehensively assessed using the existing assessment methods. With regard to the impacts that can only be assessed partly, assessment methods should be further developed, and significant efforts should be invested in the impact assessment of road charges. The selection models regarding departure times and consequently the development of models illustrating the intensity and temporal distribution of congestion were selected as the most important development areas.</p>			
Keywords: congestion charges, road charges, transport pricing			
Publication series title and number:			
ISSN 1798-6176 (Print)	ISBN (Print)		
ISSN 1798-6184 (PDF)	ISBN (PDF)		
HSL Helsinki Region Transport, PO Box 100, 00077 HSL, Tel.+358 9 4766 4444			

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	11
2	Tausta	13
3	Tiemaksujärjestelmän toimintaperiaatteet	16
3.1	Benchmark-tarkastelu	16
3.1.1	Göteborg	16
3.1.2	Oslo.....	20
3.1.3	Trondheim	26
3.1.4	Lontoo	31
3.1.5	Kööpenhamina	36
3.1.6	Yhteenveto.....	39
3.2	Toimintaperiaatteiden eri toteutustavat.....	40
3.2.1	Maksujen kohdistuminen ruuhka-aipeuihin.....	40
3.2.2	Maksujen kohdistuminen ajoneuvojen päästöjen mukaan	41
3.2.3	Maksujen kohdistuminen ajosuoritteeseen.....	42
3.2.4	Käyttäjien etukäteisrekisteröinti	43
4	Tiemaksujärjestelmän mahdollistavat teknologiat.....	45
4.1	Mikroaaltopohjainen (DSRC)	45
4.2	Automaattinen rekisterikilven tunnistus (ANPR).....	46
4.3	Satelliittipaikannukseen perustuva (GNSS).....	47
4.4	Mobiilisovellukseen perustuva seuranta	48
4.5	Yhteenveto.....	48
5	Vaikutusarvioinnin kehittämistarpeet.....	50
5.1	Kasvihuonekaasupäästöt.....	51
5.2	Lähipäästöt	52
5.3	Liikennejärjestelmän toimivuus	53
5.4	Kuljetavanvalinta	53
5.5	Lähtöajan valinta	54
5.6	Yleissaavutettavuus	54
5.7	Lähisaavutettavuus	55
5.8	Autonomistus	55
5.9	Seudun kilpailukyky ja vetovoima	56
5.10	Liikennejärjestelmän rahoitus	57
5.11	Tonttitehokkuus.....	57
5.12	Kuljetukset ja logistiikka	58
5.13	Liikenneturvallisuus.....	59
5.14	Vaikutusten jakautuminen väestöryhmille.....	59
5.15	Yhteenveto.....	60

6	Lähteet.....	62
---	--------------	----

Kuvaluettelo

Kuva 1. Göteborgin tiemaksuvyöhyke ja vyöhykerajan ylittämisen maksu eri ajankohtina (Transportstyrelsen 2020).	18
Kuva 2. Tiemaksukehät Oslossa. Musta viiva kuvaa Oslon tiemaksukehää. Punainen viiva on uusi koko kaupungin kiertävä tiemaksukehä. Vihreä viiva merkitsee keskusta-alueen sisäkehää. (Statens Vegvesen 2020.)	22
Kuva 3. Hinnat alle 3500 kg ajoneuvoille, joilla on AUTOPASS-sopimus. (Fjellinjen 2020b). Muunnos euroihin huhtikuun 2020 kurssilla.	23
Kuva 4. Hinnat yli 3500 kg ajoneuvoille, joilla on AutoPASS-sopimus, ilman alennuksia (Fjellinjen 2020b). Muunnos euromääräiseksi tehty huhtikuun 2020 kurssilla.	24
Kuva 5. Oslon tiemaksujen hyväksyttävyyden kehitys välillä 2013-2019. Tutkimuksessa vastattiin kysymykseen ”onko Oslon tiemaksujärjestelmä mielestäsi erittäin negatiivinen, melko negatiivinen, melko positiivinen vai erittäin positiivinen toimenpide”. (Prosam 2019.)	26
Kuva 6. Trondheimin tiemaksujärjestelmä. (AutoPASS n.d.)	28
Kuva 7. Hinnoittelu alle 3500 kg painaville ajoneuvoille eri tiemaksujen valvontapisteillä (Vegamot AS 2020a.) Muunnos euroihin huhtikuun 2020 kurssilla.	28
Kuva 8. Hinnoittelu yli 3500 kg painaville ajoneuvoille eri tiemaksujen valvontapisteillä (Vegamot AS 2020a). Muunnos euromääräiseksi tehty huhtikuun 2020 kurssilla.	29
Kuva 9. Trondheimin kaupunkikohtaisten tiemaksujen hyväksyttävyyden kehitys Trondheimissa. (Miljopakken 2020c).	31
Kuva 10. Lontoon tiemaksuvyöhyke ja ULEZ-vyöhyke. (Transport for London 2019)	33
Kuva 11. Kööpenhaminan suunniteltu tiemaksuvyöhyke. (roadpricing.blogspot.com n.d.)	38
Kuva 12. Tiemaksujen taustalla olevat yhteiskunnalliset tavoitteet ovat ohjanneet järjestelmien toimintaperiaatteita, toteutustapoja ja teknologiavalintoja sekä mahdollistaneet tiemaksujen tavoitellut vaikutukset. Tavoitteilla saavutetaan siten haluttuja vaikutuksia.	40
Kuva 13. Tiemaksujen valvontaan käytettävä tienvarsilaitteisto (RSE) Trondheimissa. Laitteisto sisältää sekä DSRC- että ANPR-järjestelmien laitteiston (Fjellby 2013).	46
Kuva 14. Havainnekuva satelliittipaikannuksen hyödyntämisestä raskaan liikenteen ajosuoritteen seurantaan Saksan moottoritieverkolla (Toll Collect n.d.)	48
Kuva 15. Tiemaksujärjestelmien teknologioiden yhteneväisyydet ja erot.	49
Kuva 16. Tiemaksujen tunnistetut vaikutuslajit MAL 2019 -tavoitteiden mukaisesti jäseneltyinä. .	50
Kuva 17. Eri ajoneuvojen kilometrikohtainen polttoaineenkulutus suhteessa ajonopeuteen (Huboyo, et al. 2017).	52

Liiteluettelo

Kuvaotsikkoluettelon hakusanoja ei löytynyt.

Lähdeluettelo

Kuvaotsikkoluettelon hakusanoja ei löytynyt.

1 Johdanto

MAL 2019 -suunnitelman mukaan liikenteen päästövähennystavoite¹ saavutetaan kasvavalla Helsingin seudulla laajan toimenpideyhdistelmän toteuttamisella². Näistä yksi on ajoneuvosuoritetta vähentävät tiemaksut. Tiemaksujen suunnittelun ja arvioinnin lähtökohtia ovat:

- Tiemaksujen teknistoiminnallinen ratkaisu on liikenteen päästövähennystavoitteen kannalta riittävän tehokas ja ruuhkautumista vähentävä.
- Seudun eri osien erilaiset olosuhteet otetaan huomioon tiemaksujen alueellisessa kohdentumisessa.
- Tiemaksut eivät muodostu tien käyttäjille kohtuuttomiksi.
- Tuottoja kohdistetaan hinnoittelun aiheuttamien haittojen kompensointiin ja joukkoliikenteen palvelutasoa parannetaan jo hinnoittelun käyttöön ottamisen yhteydessä, jotta se yhä useammin on todellinen vaihtoehto henkilöauton käyttämiselle.
- Tiemaksujen hyötyjä ja haittoja eri alueille ja tienkäyttäjryhmille arvioidaan kattavasti eri näkökulmista ja vaikutusten arviointi on kiinteä osa tiemaksujärjestelmän suunnittelua. (HSL 2019, HSL 2019a.)

Muiden eurooppalaisten kaupunkien tiemaksukokemukset antavat arvokasta tietoa tiemaksujärjestelmien toimintaperiaatteista, teknologioista ja vaikutuksista. Tietoa voidaan hyödyntää Helsingin seudun tiemaksujen suunnittelussa ja vaikutusarvioinnin kehittämisessä. Toteutettujen tiemaksujärjestelmien osalta on tärkeää tunnistaa, mitkä asiat ovat toimineet muissa kaupungeissa ja mitkä eivät. Esimerkkikaupunkien kokemusten tarkastelu tarjoaa mahdollisuuden muiden kaupunkien kokemuksista oppimiseen.

Teknologioiden osalta on tarpeen selvittää, millaisiin toimintaperiaatteiden tarpeisiin niillä on vastattu jo toteutetuissa tiemaksujärjestelmissä ja mihin suuntaan tiemaksujen teknologinen kehitys on menossa. Teknologioita tarkastellaan erityisesti siitä näkökulmasta, että onko olemassa sellaisia tiemaksujen toimintaperiaatteita, jotka edellyttävät tiettyjä teknologiavalintoja.

On tärkeää varmistaa, että tiemaksujen vaikutusten arviointiin Helsingin seudulla on olemassa tarvittavat edellytykset, jotta tiemaksujen oletettuihin vaikutuksiin voidaan vastata jo suunnitteluvaiheessa. Vaikutusten arvioinnin kehittämisessä huomioidaan tiemaksujen käyttöönoton vaikutukset esimerkkikaupungeissa ja huomioidaan erityisesti Helsingin seudun HELMET-liikenne-ennustemallin nykyiset edellytykset arvioinnin toteuttamisessa.

Työ jakautui seuraaviin osatehtäviin:

1. **Tiemaksujärjestelmien toimintaperiaatteet** – osatehtävässä tehtiin benchmark-tarkastelu, johon valittiin 5 kaupunkia, joiden valintoja liittyen tiemaksuihin tarkasteltiin. Osatehtävässä tarkasteltiin, mihin tiemaksuilla on etsitty ratkaisua, miten järjestelmän

¹ MAL 2019 -suunnitelman tavoitteena on vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä 50 % vuoden 2005 tasosta vuoteen 2030 mennessä.

² MAL 2019 -suunnitelman mukaan liikenteen päästövähennystavoite saavutetaan vähentämällä tieliikenteen liikennesuoritetta mm. tiemaksuilla sekä ohjaamalla liikenteen energiankäyttöä tehokkaammaksi ja vähähiilisemmäksi.

toimintaperiaatteita on kehitetty, mitä vaikutuksia on havaittu sekä miten järjestelmän toimintaa on muokattu.

2. **Tiemaksujärjestelmä mahdollistavat teknologiat** – osatehtävän tavoitteena oli tunnistaa, mitkä tekniset ratkaisut on valittu vastaamaan toiminnallisiin tarpeisiin kussakin benchmark-kaupungissa.
3. **Tiemaksujen vaikutusarvioinnin kehittämistarpeet** – osatehtävässä tavoitteena oli tunnistaa, miten arviointimenetelmiä ja tietovarantoja tulisi Helsingin seudulla kehittää tukemaan tiemaksujen vaikutusarviointia.

2 Tausta

Tieliikenteen hinnoittelulla tarkoitetaan tienkäytöstä veloittettavaa maksua tai veroa eli tienkäytön kysynnän hallintaa taloudellisen ohjauksen keinoin. Hinnoittelu voi kohdistua kaupungin tai kaupunkiseudun sisäiseen tai kaupunkien väliseen ajoneuvoliikenteeseen. Tieliikenteen hinnoittelulla voidaan tarkoittaa myös erilaisia pysäköinnin hinnoittelun keinoja, ajoneuvojen ja käyttövoiman verotusmuotoja ja maksuja, tai tilanteita, joissa hinnoittelu kohdistuu tietyn liikenneinfrastruktuurin, esimerkiksi tietyn tunnelin tai sillan, käyttöön.

Tiemaksut ovat yleisnimi tietyn tien tai tieverkon käytöstä käytön perusteella perittäville maksuille tai veroille. Tiemaksut voidaan jakaa kaupunkien välisen tieliikenteen hinnoitteluun, joka kohdistuu yleensä maanteille, ja kaupunkikohtaiseen tieliikenteen hinnoitteluun, joka kohdistuu yleensä kaupungin ytimeen ja ytimen ympärille, pääasiassa katuverkoille ja säteittäisille ja kehämäisille maanteille.

Ajoneuvoliikenteen hinnoittelu perustuu rajakustannusteoriaan. Teiden ja katujen käyttö aiheuttaa erilaisia kustannuksia autoilijoille, infrastruktuurin ylläpitäjälle, muille tienkäyttäjille ja yleisesti yhteiskunnalle. Kun ajoneuvoliikenteen määrä kasvaa ruuhkauttaen tie- ja katuverkkoa, lisääntyvät samalla eri osapuolille aiheutuvat kustannukset. Rajakustannusteorian mukaan teiden käyttö tulisi hinnoitella siten, että autoilijan kustannusten lisäksi tienkäytöstä peritään maksu, joka kattaa kaikki muille tienkäyttäjille ja yhteiskunnalle aiheutetut ulkoiset kustannukset. Tällöin tieliikenteen hinta on tienkäyttäjien kesken tasapuolinen ja liikenteen ohjauksen kannalta tehokas, jolloin sekä autoilijoiden että yhteiskunnan hyöty kasvaa. (HSL 2016a.)

Tieliikenteen nopeus on riippuvainen ajoneuvoliikenteen määrästä. Liikennemäärän ylittäessä väylälle ominaisen kapasiteetin ajoneuvot jonoutuvat, matka-ajat pitenevät ja välityskyky romahtaa. Hinnoittelu mahdollistaa tie- ja katuverkon suorituskyvyn optimoinnin asettamalla maksu tasolle, jolla liikennemäärä ei ylitä kapasiteettia eikä tie- ja katuverkko ruuhkaudu.

Kaupunkien välisen tieliikenteen hinnoittelu on hyvin yleistä Euroopassa. Kaupunkien välisen tieliikenteen hinnoittelu toteutetaan useimmiten suljetulla tieverkolla, esimerkiksi moottoriteillä, jolloin hinta perustuu suljetulla tieverkolla ajettuun matkaan. Ajettu matka määritetään tieverkolla olevien tiemaksujen valvontapisteiden avulla. Matkanpituuden mittaus määrittyy sen mukaan, minkä valvontapisteen kohdalla ajoneuvo saapuu verkolle ja minkä valvontapisteen kohdalta ajoneuvo poistuu verkolta. Ajoneuvon käyttäjä maksaa siis valvontapisteiden välisestä tienkäytöstä. Verkolle saapumisen ja poistumisen rekisteröinti voidaan toteuttaa joko manuaalisesti fyysisten porttien ja lipukkeiden avulla tai elektronisesti langattomien yhteyksien tai ajoneuvojen seurantateknologian avulla. Elektronista järjestelmää hyödynnetään esimerkiksi Italiassa ja Kroatiassa.

Toinen tapa järjestää kaupunkien välisen tieliikenteen hinnoittelu on toteuttaa se avoimella tie- ja katuverkolla, jolla on maksujen alaisia osuuksia. Tällöin maksu määrittyy maksullisella osuudella ajatun matkanpituuden mukaan. Matkanpituus ei määrity manuaalisten valvontapisteiden avulla, vaan osuudella sijaitsevien elektronisten valvontapisteiden avulla. Valvontapisteen tunnistavat ajoneuvot ja ajatun matkanpituuden langattomien yhteyksien tai ajoneuvojen seurantateknologian avulla. Tätä järjestelmää hyödynnetään esimerkiksi Saksassa raskaan liikenteen yhteydessä. (Zabic 2011.)

Kaupunkikohtainen tieliikenteen hinnoittelu on harvinaisempaa kuin kaupunkien välisen tieliikenteen hinnoittelu. Kaupunkikohtaisessa hinnoittelussa tiemaksut on järjestetty useimmiten usean kaupungin ja kunnan alueelle eli kaupunkiseudulle. Tässä selvityksessä käytetään tutkimuskentällä vakiintuneempaa termiä kaupunkikohtainen hinnoittelu, vaikka metropolialueiden hallinnollisista rajoista riippuen tiemaksut ovat usein kattaneet useampia kaupunkeja tai kuntia tietyllä kaupunkiseudulla. Kaupunkikohtaista hinnoittelua on suunniteltu lukuisiin eri kaupunkeihin, mutta tämän selvityksen kirjoittamisen aikaan kaupunkikohtaisen tiemaksujärjestelmän on toteuttanut maailmanlaajuisesti yhdeksän kaupunkia. Nämä ovat *Lontoo, Oslo, Trondheim, Bergen, Tukholma, Göteborg, Milano, Singapore ja Dubai*. **Tämä selvitys keskittyy kaupunkikohtaiseen tieliikenteen hinnoitteluun.**

Tiemaksujen toteutus voidaan järjestää usealla eri tavalla. Yleisin tapa järjestää tiemaksut on asettaa *vyöhykepohjainen tiemaksu* (cordon road toll), jossa ajoneuvoilta peritään maksu joko vyöhykkeen sisällä tapahtuvasta ajosta tai vyöhykkeen rajat ylittävstä ajosta. Vyöhykepohjaisia tiemaksuja on käytössä Lontoossa, Oslolla, Trondheimissa, Bergenissä, Tukholmassa, Göteborgissa, Milanossa ja vielä jonkin aikaa Singaporessa.

Vyöhykepohjaisissa tiemaksujärjestelmissä tiemaksun hinta määräytyy matkan ajankohdan, sijainnin ja/tai ajoneuvon vähäpäästöisyyden perusteella. Ajankohtaan perustuvassa hinnoittelussa maksu määräytyy yleensä ruuhkahuipun mukaan eli hinta on suurempi ajankohtina, joina tieliikenteen ruuhkautuminen on huipussaan. Ajankohtaan ja ajoneuvojen vähäpäästöisyyteen perustuvassa hinnoittelussa maksu vaihtelee ajankohdan (ruuhkahuipun) ja ajoneuvon vähäpäästöisyyden mukaan. Useimpien vyöhykepohjaisten tiemaksujärjestelmien hinnoittelu on aluksi järjestetty ajankohtaan perustuen, mutta myöhemmin järjestelmiä on kehitetty huomioimaan myös ajoneuvojen vähäpäästöisyys. Hinta määräytyy paikoitellen myös sijainnin mukaan, esimerkiksi keskeisemmällä sijainnilla sijaitsevan valvontapisteen ohitus saattaa maksaa enemmän kuin kauempana keskustasta sijaitsevan valvontapisteen ohitus. Vyöhykepohjaisten tiemaksujärjestelmien valvontapisteissä valvotaan maksuvyöhykkeeltä tai maksuvyöhykkeellä ajoa automaattisesti, jotta valvonta ei aiheuttaisi hidastuksia liikenteessä.

Yksi toteutustapa tiemaksujen järjestämiseen on *väyläkohtainen tiemaksu*. Tällaisessa järjestelmässä tiemaksu veloitetaan ainoastaan tietyillä kaupungin keskustaan suuntautuvilla sisääntuloväylillä. Maksu veloitetaan, kun ajoneuvo ohittaa väylällä sijaitsevan elektronisesti toimivan valvontapisteen. Tällainen järjestelmä on käytössä ainoastaan Dubaissa.

Hieman samankaltainen järjestelmä on *kimppakyytikaistamaksu* (englanniksi HOT lane, High Occupancy Toll). Tällaisessa järjestelmässä niin kutsutut express-kaistat, jotka on tarkoitettu useiden matkustajien ajoneuvoille, kuten kimppakyytiläisille, busseille tai takseille, on valjastettu tieliikenteen hinnoitteluun. Tällöin ne ajoneuvot, joissa ei ole useita matkustajia, voivat maksaa siitä, että voivat käyttää tätä ei-ruuhkautunutta express-kaistaa liikkumiseensa. Hinnoittelu on tapa turvata liikenteen sujuvuus ja tehokas matkanopeus niille, jotka haluavat maksaa matka-aikansa vähentämisestä. Tällainen järjestelmä on käytössä Kalifornian Piilaaksossa.

Edellä mainittujen vaihtoehtojen lisäksi on olemassa *satelliittipaikannukseen perustuvia tiemaksujärjestelmiä*, jotka vielä tammikuussa 2020 ovat pääasiassa suunnitteluasteella. Järjestelmässä maksu määräytyisi tietyllä maksualueella toteutetun tienkäytön perusteella, jolloin ajoneuvon liikkeet määrittävät satelliittipaikannusjärjestelmän (Global Navigation Satellite Systems, GNSS)

avulla. Maksu määrittäisi yksilöllisesti kullekin ajoneuvolle ajatun matkanpituuden, ajankohdan ja sijainnin perusteella. Singapore suunnittelee ottavansa käyttöön oman satelliittipaikannukseen perustuvan uuden tiemaksujärjestelmänsä vuoden 2020 aikana. Satelliittipaikannusteknologiaa on hyödynnetty kaupunkien välisen tieliikenteen hinnoittelussa, esim. Saksassa.

Varsinaisen kaupunkikohtaisen tieliikenteen hinnoittelun lisäksi kaupunkien liikennettä voidaan rajoittaa monin eri tavoin, joista yksi kansainvälisesti hyödynnetty menetelmä on kaupunkikohtainen ympäristövyöhyke. Ympäristövyöhykkeillä tarkoitetaan kaupunkien alueita, joilla rajoitetaan tieliikennettä päästöperusteisesti ilmanlaadun parantamisen ja terveyden edistämisen syistä. Ympäristövyöhykkeillä rajoitetaan useimmiten raskaan liikenteen operointia kaupunkien keskustoissa, mutta joskus rajoitukset koskevat myös henkilöautoja, kuten Lontoossa (Helsingin kaupunki 2019). Myös Helsingissä on käytössä ympäristövyöhyke³, jolla rajoitetaan nykyisin HSL:n kilpailuttamaa bussiliikennettä ja HSY:n kilpailuttamaa jätteenkuljetusta. Vyöhyke käyttöön otettiin vuonna 2010 ja se kattaa maantieteellisesti Helsingin kantakaupungin eli Hakamäentien eteläpuolisen alueen. (ibid.) Useat kaupungit ovat rajoittaneet tieliikennettä sekä tiemaksujärjestelmien että ympäristövyöhykkeiden avulla.

³ Lisää tietoja Helsingin ympäristövyöhykkeestä löytyy Helsingin kaupungin verkkosivuilta: <https://www.hel.fi/helsinki/fi/kartat-ja-liikenne/kadut-ja-liikennesuunnittelu/liikenteen-ymparistovaikutukset/vyohyke>

3 Tiemaksujärjestelmän toimintaperiaatteet

Tässä osiossa esitellään benchmark-tarkastelu kaupungeista, joissa on käytössä tiemaksujärjestelmiä. Osiossa tarkastellaan tarkemmin myös tiemaksujärjestelmien erilaisia toimintaperiaatteita ja toteutustapoja sekä tunnistetaan järjestelmien tavoitteiden ja toimintaperiaatteiden suhteita. **Toimintaperiaatteilla** tarkoitetaan vyöhykkeeseen liittyviä maksuja, rajoituksia ja muita ominaisuuksia, joiden avulla tiemaksujärjestelmälle asetettuja tavoitteita pyritään saavuttamaan. Tiemaksujen tavoitteet voivat olla joko laajempia yhteiskunnallisia tavoitteita, kuten liikennejärjestelmän välityskäytön turvaaminen, tai itse tiemaksujärjestelmälle asetettuja tavoitteita, kuten asetettujen tiemaksujen tasapuolisuus tai tiemaksujärjestelmän muuntojoustavuus.

3.1 Benchmark-tarkastelu

Seuraavassa osiossa tarkastellaan esimerkkejä eurooppalaisista kaupungeista, joissa kaupunkikohtainen tieliikenteen hinnoittelu vyöhykepohjaisena tiemaksujärjestelmänä on käytössä. Tarkasteluun valittiin kaupungit, joissa on kokemusta tiemaksujärjestelmästä useiden vuosien ajalta. Tarkasteluun valittiin myös kaupunkeja, joista joidenkin maantieteellinen laajuus ja asukasmäärä korreloivat Helsingin seudun kanssa. Samalla haluttiin myös tarkastella kaupunkeja, joissa tiemaksuja on suunniteltu, mutta joissa niitä ei kuitenkaan ole syystä tai toisesta otettu käyttöön. Tarkasteluun valittiin Göteborg, Lontoo, Oslo, Trondheim ja Kööpenhamina.

Tavoitteena oli löytää vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä erilaisia tiemaksujärjestelmien toimintaperiaatteita ja toteutustapoja on käytössä?
- Miten tiemaksujen käyttöönotto on toteutunut?
- Mitä tavoitteita tai tarpeita tiemaksujen käyttöönotolla on pyritty saavuttamaan?

Tarkastelluissa kaupungeissa tiemaksuja kutsutaan eri termein, mm. ruuhkavero, ruuhkamaksu, tietulli tai tiemaksu. Tässä selvityksessä eri kaupunkien tiemaksujärjestelmiä kutsutaan yleistermillä tiemaksu, jotta terminologia on kauttaaltaan yhteneväistä.

3.1.1 Göteborg

Tausta

Göteborgin vyöhykepohjainen tiemaksujärjestelmä otettiin käyttöön vuonna 2013 Tukholmassa onnistuneesti käyttöönotetun tiemaksujärjestelmän esimerkin siivittämänä⁴. Tiemaksujen suunnittelu alkoi vuonna 2009, kun Tukholmassa vuonna 2007 käyttöönotettu tiemaksujärjestelmä oli tuottanut pääasiassa positiivisia vaikutuksia, joita on tarkasteltu laajemmin aiemmissä tutkimuksissa ja selvityksissä (Eliasson 2014a; Eliasson 2014b; Börjesson et al. 2012; HSL 2016b). Tukholman tiemaksut mahdollistanut lainsäädäntö salli tiemaksujärjestelmän käyttöönottamisen myös muissa Ruotsin

⁴ Tukholman tiemaksujärjestelmästä löytyy lisätietoja mm. Trafikverketin verkkosivuilta. <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/vag/Trangselskatt--infrastrukturavgifter/trangselskatt-i-stockholm/>

kaupungeissa. Ruotsin liikenneviraston (Trafikverket) hankkimia alusta- ja back office -järjestelmiä voitiin hyödyntää myös Göteborgissa, minkä vuoksi järjestelmän käyttöönotto kaupungissa vaati lähinnä tienvarsilaitteiston asennuksen ja viestinnällisen suunnitelman. (Ministry of Transport 2018.) Tiemaksujen operoinnista vastaa Ruotsin liikennevirasto (Trafikverket), joka hallinnoi tiemaksujen valvontapisteitä.

Göteborgin tiemaksujärjestelmä perustuu Ruotsin lainsäädäntöön, jossa tiemaksu on määritelty veroksi. Lainsäädäntö muodostettiin alun perin Tukholman tiemaksuja varten, mutta se kattaa myös Göteborgin tiemaksujärjestelmän. Ruotsissa tiemaksuja kutsutaan lainsäädännön mukaisesti ruuhkaveroksi (trängselskatt), mutta tässä selvityksessä siitä käytetään termiä tiemaksu käsitteiden yhdenmukaistamisen vuoksi.

Göteborgin seudulla asuu noin miljoona asukasta. Ruuhkaisuus kaupungissa oli keskittynyt ruuhka-aikoihin ja kaupungin koillisosissa sijaitsevien moottoriteiden liittymien läheisyyteen, ei niinkään keskustaan. (Börjesson 2018.) Kaupungin ja lähikuntien yhteisenä strategisena tavoitteena oli kasvattaa joukkoliikenteen kulkutapaosuus aikavälillä 2014–2035 28 prosentista ja 40 prosenttiin (City of Gothenburg 2014).

Tavoite pyrittiin saavuttamaan Länsi-Ruotsin sopimuksen (Västsvenska paketet) liikennehankkeiden avulla. Hankkeista pääosa kohdistuu joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn hankkeisiin ja infrastruktuuriin. Sopijaosapuolina toimivat Trafikverket, Göteborg, Göteborgin maakuntahallinto, Västra Götalandin seutu ja Hallandin seutu. Länsi-Ruotsin sopimuksen kokonaisrahoitus oli 34 miljardia kruunua vuoden 2009 kurssilla (noin 3 miljardia euroa huhtikuun 2020 kurssilla). Liikennehankkeiden rahoituksesta puolet maksaa valtio. Toinen puoli maksetaan paikallisella ja seudullisella yhteisrahoituksella eli tiemaksujen tuotoilla ja kuntien ja seudun rahoituksella. Valtio maksaa kokonaisrahoituksesta 17 miljardia kruunua (noin 1,5 miljardia euroa), Göteborg maksaa 1,25 miljardia kruunua (noin 111 miljoonaa euroa), Hallandin ja Västra Götalandin seudut maksavat yhteensä 1 miljardia kruunua (noin 89 miljoonaa euroa). 750 miljoonaa kruunua (noin 67 miljoonaa euroa) tulee nousseesta maan arvosta ja tiemaksuilla maksetaan loput 14 miljardia kruunua (noin 1,25 miljardia euroa). (Västsvenska paketet n.d.) Tiemaksujen vuosittaiseksi nettotuloksi määriteltiin noin 60–70 miljoonaa euroa liikennehankkeiden rahoituksen varmistamiseksi. (Ministry of Transport 2018.)

Tiemaksujärjestelmän varsinaisesta implementointiversiosta päätettiin vuoden 2010 kuntavaalien jälkeen. Vuonna 2009 tehtyä tiemaksusuunnitelmaa jatkokehitettiin vuonna 2011. Tarjouspyyntö tienvarsilaitteiston operoinnista lähetettiin myöhemmin vuonna 2011 ja sopimus allekirjoitettiin maaliskuussa 2012. Tiemaksut otettiin käyttöön tammikuussa 2013. (Ministry of Transport 2018.)

Göteborgissa järjestettiin vuonna 2014 suuntaa antava kansanäänestys, jossa vastattiin kysymykseen: "Oletko sitä mieltä, että ruuhkaveron pitäisi jatkua vuoden 2014 vaalien jälkeen?". 57 % äänestäneistä vastasi kieltävästi. Göteborgin kaupunginhallitus päätti kuitenkin jatkaa tiemaksujen keräämistä, sillä kaupungilla ei ollut muuta tapaa rahoittaa Länsi-Ruotsin sopimuksen liikennehankepakettia. (Ministry of Transport 2018.)

Järjestelmä

Göteborgin tiemaksujärjestelmä on esimerkki vyöhykepohjaisesta porttimallista, jonka tarkoituksena on rajoittaa vyöhykkeen alueelle tulevaa autoliikennettä (kuva 1). Tiemaksu veloitetään siis

vyöhykerajan ylityksestä. Tiemaksut ovat voimassa klo 6.00–18.29. Muina aikoina vyöhykerajojen ylittämisestä ei peritä maksua. Maksun määrä perustuu ajankohtaan: ruuhka-aikana maksut ovat korkeimmillaan, ruuhkan ulkopuolisina aikoina matalimmillaan. (Transportstyrelsen 2019.) Maksun määrää nostettiin vuonna 2015 noin 22 % ruuhka-aikoina ja 13 % ruuhkan ulkopuolisina aikoina (Börjesson 2018). Tiemaksujärjestelmä on järjestetty hyvin samanlaisesti kuin Tukholman tiemaksujärjestelmä (Trafikverket 2020).

Tiemaksut kohdistuvat pääasiassa kaikkiin moottoriajoneuvoihin. Tiemaksujen valvontapiste tunnistaa ajoneuvon automaattisella rekisterikilven tunnistuksella (ANPR), joka toteutetaan kameravälillä. Ajoneuvon rekisterikilvitieto yhdistetään tietoon ajoneuvon omistajasta Ruotsin liikenneviraston taustajärjestelmässä. Maksun voi suorittaa suoraveloituksena nettipankissa; kuukausittaisena sähköisenä laskuna, joka lähetetään nettipankkiin, tai kuukausittaisena postitse lähetettynä laskuna. Sakko maksamattomasta tiemaksusta on noin 47 euroa. (Transportstyrelsen 2019.)



AJANKOHTA	HINTA (€)
06.00–06.29	0,85 €
06.30–06.59	1,50 €
07.00–07.59	2,10 €
08.00–08.29	1,50 €
08.30–14.59	0,85 €
15.00–15.29	1,50 €
15.30–16.59	2,10 €
17.00–17.59	1,50 €
18.00–18.29	0,85 €
18.30–05.59	0,00 €

Kuva 1. Göteborgin tiemaksuvyöhyke ja vyöhykerajan ylittämisen maksu eri ajankohtina (Transportstyrelsen 2020).

Göteborgissa suunniteltiin ja arvioitiin useita eri vyöhykevaihtoehtoja mahdollisten haittavaikutusten minimoiseksi. Göteborgin topografia aiheutti haasteita vyöhykealueen rajojen sijoittelulle, koska kaupungissa ei ole maantieteellisiä esteitä, jotka itsessään tuottaisivat estevaikutuksia ja olisivat siten ideaaleja vyöhykerajoja. Esimerkiksi Tukholmassa tiemaksuvyöhyke sijaitsee kaupungin keskustassa, jota ympäröi meri. Meri toimii luonnollisena tiemaksuvyöhykkeen rajana, minkä vuoksi vyöhykkeestä ei muodostunut epätoivottuja estevaikutuksia ja reittimuutoksia. Göteborgissa ei ole vastaavaa maantieteellistä rajaa, minkä vuoksi kaupunkiin muodostui uusia paikallisia estevaikutuksia (esimerkiksi Backan alueella). Lisäksi Göteborgin vyöhykkeen valvonta vaatii huomattavasti enemmän valvontapisteitä (jopa 38) kuin Tukholman järjestelmä (vain 18). (Börjesson 2018.)

Kustannukset

Göteborgin järjestelmän investointikustannus oli verrattain matala. Järjestelmän investointikustannus oli noin 76 miljoonaa euroa, josta vain puolet oli suoria investointeja tiemaksujärjestelmään, kuten infrastruktuuri, tienvarsilaitteisto, projektinhallinta, informaatio ja henkilöstön opetus ja systeemin testaus. Toinen puoli käytettiin kansallisen keskusjärjestelmän suunnitteluun ja toteutukseen. Järjestelmän käyttöönoton kustannukset saatiin rahallisesti takaisin hieman yli vuosi käyttöönoton jälkeen (West ja Börjesson 2018).

Tiemaksujärjestelmän operointikustannukset ovat laskeneet tasaisesti järjestelmän käyttöönoton jälkeen. Operointikustannukset olivat vuonna 2015 noin 11 % (12,5 miljoonaa euroa) koko järjestelmän vuosittaisesta liikevaihdosta (99,5 miljoonaa euroa). (Börjesson 2018.)

Vaikutuksia

Järjestelmän käyttöönotto vähensi ajosuoritetta (ajon.km) vyöhykkeen alueella noin 12 % (Börjesson ja Kristofssen 2015). Maksut vähensivät jonotusaikoja ja matka-aikojen vaihtelevuutta 30–50 % verkon pullonkauloissa (Börjesson 2018). Tiemaksut vähensivät Göteborgin keskustan liikennemääriä noin 4–6 %, mutta samalla lisäsivät suunnitellusti joidenkin keskustaa ohittavien kehäteiden liikennemääriä. Keskustan sisimmäisten sisääntuloväylien ruuhkautuminen väheni merkittävästi järjestelmän käyttöönoton jälkeen. (Börjesson ja Kristofssen 2015.)

Noin 8 % Göteborgin asukkaista käyttää työsuhdeautoa töiden ulkopuolisten matkojen tekoon, ja noin 21 % kaikista vyöhykerajan ylittävistä matkoista tehdään työsuhdeautoilla. Vuonna 2008 määriteltiin, että tiemaksu lukeutuu työsuhdeauton luontoiseltuun, mikä tarkoitti sitä, että työsuhdeautolla ajavia ei verotettu jälkikäteen tiemaksuista, jotka työpaikka maksoi. Tämä johti tiemaksujen negatiivisiin jakautumisvaikutuksiin, sillä 75 % työsuhdeautoilijoista kuului kolmeen korkeimpaan tuloluokkaan (luokkia on 11). Tämä johti maksujen vaikuttavuuden heikentymiseen. Vuoden 2018 lakiuudistus päivitti järjestelmää ja nykyisin työnantajan maksama tiemaksu katsotaan verotettavaksi luontoiseduksi. (Börjesson 2018.)

Käyttöönoton jälkeisessä arvioinnissa Göteborgin tiemaksut arvioitiin sosiaalisesti hyödyllisiksi, vaikka Göteborgin maksut ovat jakautumisvaikutuksiltaan regressiivisiä: pienituloiset käyttävät suuremman osan tuloistaan tiemaksuihin kuin suurituloiset (Eliasson 2016). Monet pienituloiset ovat riippuvaisia autosta. Suurimmalle osalle kaupunkiseudun asukkaista tiemaksuista aiheutuu nettohaittoja, ja koska maksujen suorien vaikutusten jakautuminen on suhteissa tuloihin regressiivistä, on maksujen tuottojen käytöllä ja kohdentamisella koettu olevan suuri vaikutus tiemaksujen vaikutusten tasapuolisuuteen. Göteborgissa tiemaksujen tuottoja ei käytetä seudun joukkoliikenteen parantamiseen pienituloisten hyödyttämiseksi, vaan tuotot käytetään suurelta osin ratahankkeeseen, joka hyödyttää pääasiassa Göteborgin seutukunnista saapuvia matkoja ratahankkeen valmistuessa tulevaisuudessa. (Börjesson 2018; West ja Börjesson 2018.)

Göteborgin asukkaista vain 30 % puolsi maksujen käyttöönottoa vuonna 2011. Maksun puoltajien osuus laski 27 prosenttiin ennen maksujen käyttöönottoa. Maksujen hyväksyttävyyksensä kasvoi käyttöönoton jälkeen, mutta suuntaa antavassa kansanäänestyksessä vuonna 2014 noin 55 % äänestäjistä halusi lopettaa maksut. Vuonna 2014 kansanäänestyksen jälkeen 51 % vastaajista kertoi

hyväksyvänsä tiemaksut. Vuoden 2015 hintojen korotuksen jälkeen maksujen hyväksyntä on ollut laskussa. Maksujen hyväksyttävyyden on ollut vähäisempää kuin Tukholmassa, mikä saattaa johtua Göteborgin suuremmasta autoriippuvaisuudesta ja siitä, että joukkoliikenteen kulkumuoto-osuus on Göteborgissa (25 %) matalampi kuin Tukholmassa (75 %). (Börjesson 2018.)

Muuntojoustavuus

Tiemaksujärjestelmää on muokattu tarvittaessa. Tiemaksuista on vapautettu mm. hätäajoneuvot, yli 14 tonnia painavat bussit, diplomaattien ajoneuvot, moottoripyörät ja liikkumisesteisten ajoneuvot. Lisäksi Göteborgissa on käytössä niin kutsuttu yhden maksun sääntö eli tiemaksu veloitetaan vain kerran 60 minuutin ajon aikana. Tällä pyritään takaamaan, että ajoneuvoihin ei kohdistu useampaa maksua yksittäisen matkan aikana. (Urban access regulations 2020.)

Käyttöönoton jälkeen Göteborgin järjestelmää on muokattu Backan alueen osalta. Backa sijaitsee Göteborgin pohjoisosassa moottoriteiden läheisyydessä. Tiemaksujen valvontapisteiden sijoittelun tarkoituksena oli hillitä Backan alueen läpiajoa, mutta samalla ne hankaloittivat asukkaiden arkiliikettä, kun alueen lähipalvelut jäivät tiemaksujen valvontapisteiden toiselle puolelle, mikä johti arkimatkojen kallistumiseen. (Transportstyrelsen 2019.)

Vuoden 2018 toukokuusta lähtien Backan alue on vapautettu alueen sisäisistä maksuista, mutta alueen läpiajo on edelleen maksun alainen. Käytännössä Backan alueen tiemaksujen valvontapisteen 17–21 on vapautettu maksuista. Vain ajoneuvot, jotka ajavat Backan länsipuolella sijaitsevan valvontapisteen läpi 30 minuuttia ennen tai jälkeen maksujen valvontapisteen läpiajon, ovat maksun alaisia. Tarkoituksena on hillitä alueen läpiajoa myös jatkossa. (Transportstyrelsen 2019.)

3.1.2 Oslo

Tausta

Osloon kaupunkikohtaiset tiemaksut otettiin käyttöön vuonna 1990 Bergenin kaupunkikohtaisten tiemaksujen onnistuneen esimerkin jälkeen. Osloon ja läheisen Akershusin liikenneongelmat olivat kasvaneet 1970- ja 1980-lukujen aikana autojen määrän kasvun ja ruuhkaisuuden myötä. Tavoite Oslopakke 1 -sopimuksen liikennehankepakettiin oli luoda toimiva päätieverkko ja vähentää asuinalueiden läpiajoliikennettä. Norjan parlamentti (Stortinget) hyväksyi vuonna 1988 aloitteen kaupunkikohtaisista tiemaksuista, mikä mahdollisti tulojen keräämisen teiden ja joukkoliikenteen kehittämiseen Oslossa ja Akershusissa. (Statens Vegevens 2020.)

Keskusteluja kaupunkikohtaisten tiemaksujen käyttöönotosta ja niiden tavoitteista oli Oslossa käyty jo noin vuosikymmenen ajan. Keskusteluissa tasapainoteltiin maksutuottojen keräämisen ja tieliikenteen vähentämisen välillä. Lopulta tieliikennettä haluttiin häiritä mahdollisimman vähän, mikä johti siihen, että maksut asetettiin melko mataliksi. Lopulta lupaa maksujen käyttöönottoon haettiin parlamentilta niillä ehtoilla, että maksuja käytetään infrastruktuurin rahoittamiseen ja että ne saavat aiheuttaa mahdollisimman vähän haittavaikutuksia tieliikenteelle. Tästä syystä maksut asetettiin alusta lähtien varsin mataliksi. (Ieromonachou et al. 2006.)

Oslopakke 1 -sopimus sovittiin vuonna 1990. Se sisälsi pääasiassa tieliikenteen hankkeita, kuten tietunneleita, joilla ohjattiin läpiajoliikennettä pois Osloon keskustasta, mutta liikennehankepaketti

sisälsi myös joukkoliikenteen parannushankkeita, kuten joukkoliikenteen liikennevaloetuuksien käyttöönoton. Tiemaksutuotoilla rahoitettiin 56 % Oslo-pakke 1:n hankkeista. Oslo-pakke 2 sovittiin vuonna 2002 ja sen sisältämät hankkeet paransivat pääasiassa joukkoliikenneyhteyksiä. Pakettiin kuului myös kuitenkin myös tieinfrastruktuurihankkeita. (Statens Vegevens 2020.) Oslo-pakke 1 ja 2 sopimusten liikennehankepaketeissa oli ehtona, että tiemaksutuottoja saa käyttää vain tie- ja joukkoliikenneinfrastruktuurin rakentamiseen, mutta ei operointikustannuksiin (Ieromonachou et al. 2006). Oslo-pakke 1 ja 2 -sopimukset päättyivät vuonna 2007.

Oslo-pakke 3 -sopimus sovittiin vuonna 2006 ja hyväksyttiin Norjan parlamentissa vuonna 2008. Sopimus on voimassa vuoteen 2027. Se sisältää pääasiassa joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn infrastruktuurihankkeita, muutamia tieliikenteen hankkeita sekä lisäksi tukea joukkoliikenteen operointikustannuksiin. Sopimus sisälsi myös muutoksia tiemaksukehien sijaan sekä tuottohastojen/varojen priorisointiin (esimerkiksi tavoitteiden ja tulosten hallintaan sekä hankkeiden vaiheistuksen järjestämiseen). (Statens Vegevens 2020.)

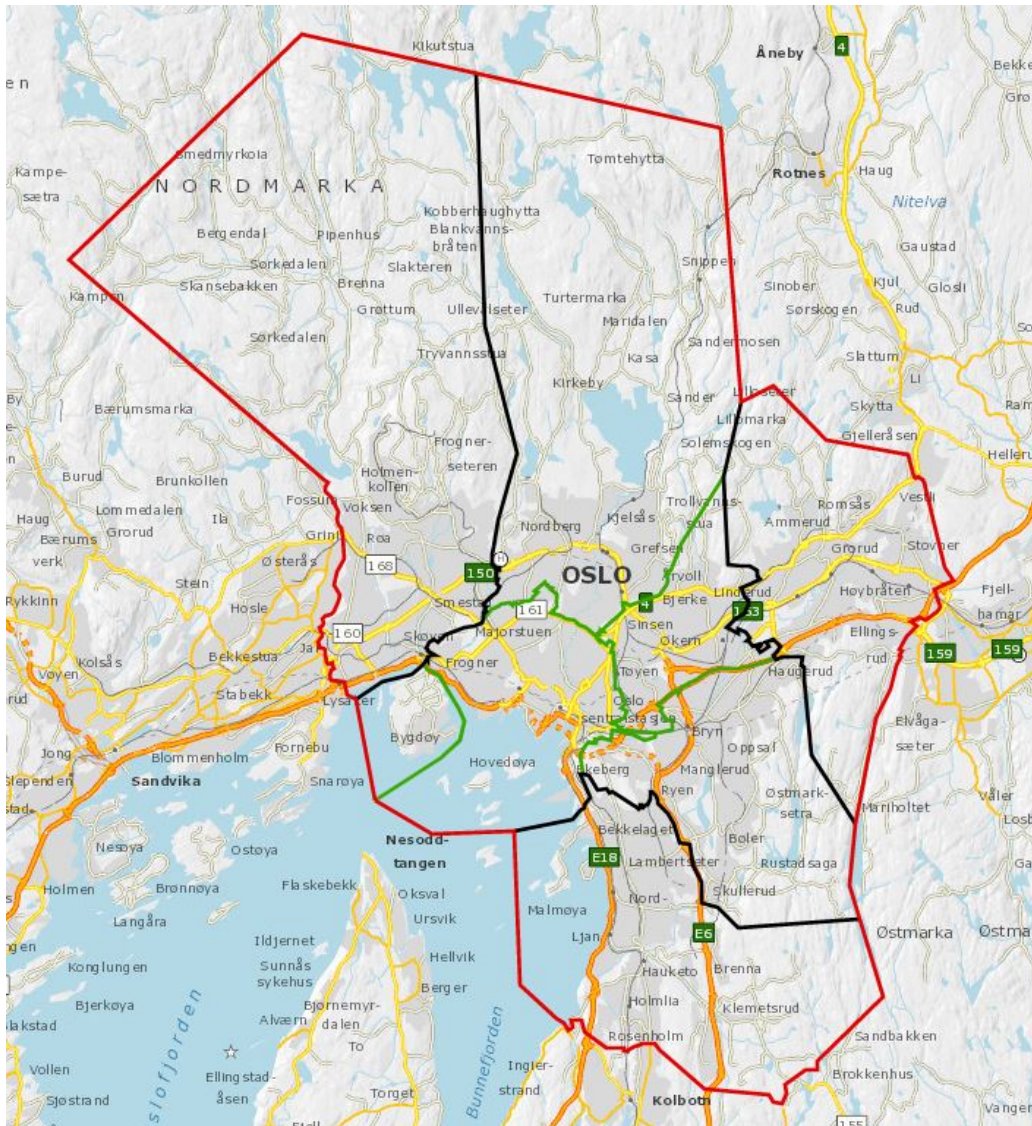
Oslo-pakke 3 -sopimuksen sisältö tarkistettiin vuonna 2012 Norjan valtakunnallisen liikennejärjestelmäsuunnitelman yhteydessä. Tarkistettu sopimus merkitsi korotettuja maksuja ja sopimuskauden pidentämistä viidellä vuodella vuoteen 2032. Kokonaisrahoituskehys vuosille 2013–2032 on 75 miljardia Norjan kruunua vuodelta 2012 (noin 6,6 miljardia euroa huhtikuun 2020 kurssilla). Sopimus sisältää joukkoliikenteen ja tieliikenteen hankkeita ja investointeja. Tuotoilla päivitetään raitiovaunu- ja metroverkkoa, hankitaan uusia raitiovaunuja ja mahdollistetaan hyvä palvelutaso useille alueen kaupunkikehitysalueille. Kaudella 2013–2032 noin 60 % sopimuksen mukaisesta tiemaksusta menee joukkoliikenteen toimintoihin ja investointeihin. Tarkistetussa sopimuksessa ehdotetaan entistä voimakkaampaa painotusta jalankulkijoiden ja polkupyörien toimenpiteisiin sekä useiden suurten tiehankkeiden täysimääräistä rahoitusta. (Statens Vegevens 2020.)

Oslo tiemaksujärjestelmää muokattiin vuonna 2017. Hinnoitteluun lisättiin päästöluokitus, mikä mahdollisti tiemaksujärjestelmän toimimisen myös ympäristövyöhykkeenä. Ilmanlaadun parantamisen pyrkimys oli seurausta Euroopan vapaakauppajärjestö EFTA:n tuomioistuimen päätöksestä, jossa Norja tuomittiin lokakuussa 2015 epäonnistumisesta noudattaa kaupunkien lähipäästöjen raja-arvoja (NO₂, PM₁₀, SO₂), ja siitä, että Norjalla ei ollut riittäviä suunnitelmia ilmanlaadun parantamiseksi. EFTA:n tuomio johti Norjassa lakiuudistuksiin, jotka mahdollistivat ilmanlaadun parantamisen toimenpiteitä. Vuonna 2016 tehty lakiuudistus mahdollisti sen, että kunnat pystyivät hakemaan lupaa ympäristövyöhykkeen toteutukselle alueellisesta tiehallinnosta. Vuoden 2017 lakiuudistus mahdollisti maanteiden ja kaupunkien tiemaksujen asettamisen päästöluokkien mukaan. (Amundsen 2018.)

Toteutetut lakiuudistukset mahdollistivat, että Oslo ympäristövyöhyke toteutettiin tiemaksujärjestelmän yhteydessä. Päästöluokkiin perustuva hinnoittelu oli verrattain helppo lisätä kaupunkikohtaiseen tiemaksujärjestelmään. Ympäristövyöhyke toteutettiin aluksi siten, että nollapäästöiset ajoneuvot oli vapautettu maksuista. Vapautus liittyi valtakunnallisiin sähköautoilun edistämistavoitteisiin. Vuodesta 2019 lähtien myös nollapäästöiset ajoneuvot ovat maksujen alaisia, joskin puolikkailta hinnoilla suhteessa bensiini- tai dieselkäyttöisiin ajoneuvoihin. (Amundsen 2018.)

Vuonna 2019 toteutettiin maksu- ja ympäristövyöhykkeen maantieteellinen laajentuminen, jolloin järjestelmään lisättiin kaksi uutta tiemaksukehää: uusi koko kaupungin kokoinen kehä eli kaupunkikehä (punaisella viivalla rajattu vyöhyke kuvassa 2) ja keskusta-alueen kehä eli sisäkehä (vihreällä viivalla

rajattu vyöhyke kuvassa 2). Tiemaksukehien laajentamisen tavoitteena oli lisätä rahoitustuottoja ja saada maksu kohdistumaan suurempaan osaan Oslossa tehdyistä automaatoista. (Fjellinjen 2018.)



Kuva 2. Tiemaksukehät Oslossa. Musta viiva kuvaa Oslon tiemaksukehää. Punainen viiva on uusi koko kaupungin kiertävä tiemaksukehä. Vihreä viiva merkitsee keskusta-alueen sisäkehää. (Statens Vegvesen 2020.)

Oslo ja myöhemmin tarkasteltavan Trondheimin tiemaksujärjestelmä perustuu Norjan lainsäädäntöön. Tiemaksuja kutsutaan Norjassa termillä tietulli (bompeng). Norjassa liikennejärjestelmän rahoitus oli perustunut hankekohtaisiin tietulleihin jo vuosikymmeniä ennen kaupunkikohtaisten järjestelmien käyttöönottoa. Kun kaupunkikohtaiset järjestelmät otettiin käyttöön, myös niitä alettiin kutsua termillä tietulli, koska myös kaupunkikohtaiset tiemaksujärjestelmät perustettiin alkuun liikennehankkeiden rahoitusta varten. Tässä selvityksessä myös Norjan tietulleja kutsutaan yleisellä nimellä tiemaksu.

Järjestelmä

Oslon tiemaksut on järjestetty porttimallina eli ajoneuvoilta veloitetaan maksu tiemaksukehän läpi ajamisesta, minkä tarkoituksena on rajoittaa nimenomaan kehien alueelle tulevaa ajoneuvoliikennettä. Maksu veloitetaan aina kehän ylityksestä sisä- ja Oslo-kehällä, mutta uloimman kaupunkikehällä veloitus tapahtuu vain, kun ajoneuvo ajaa kaupunkiin päin. (Fjellinjen 2020)

Järjestelmää operoi Fjellinjen AS -yhtiö, jonka omistaa Oslon kaupunki 60 % osuudella ja Akershusin lääni 40 % osuudella. Fjellinjen ylläpitää AutoPASS-palvelua, joka toimii tiemaksujen valvontajärjestelmänä. Järjestelmä toimii mikroaaltopohjaisen tekniikan (DNRC) avulla. Ajoneuvoon laitetään transponderi-tarra, joka mahdollistaa tiemaksukehän ylittävän ajoneuvon tunnistamisen. AutoPASS-järjestelmää käytetään valtakunnallisesti Norjan tiemaksujen keräämiseen, vaikka Oslon järjestelmää hallinnoikin Fjellinjen AS. (Fjellinjen 2020c.) Transponderi-tarran lisäksi järjestelmää valvotaan automaattisella rekisterikilven tunnistuksen avulla (ANPR), mikä mahdollistaa myös tunnistamisen ja laskuttamisen sellaisten ajoneuvojen osalta, joita ei ole rekisteröity järjestelmään. (Amundsen 2018.)

Ajoneuvon rekisteröinti AutoPASS-palveluun on autoilijalle hyödyllistä: alle 3500 kg painavat ajoneuvot saavat 20 % alennuksen kaikista tiemaksukehän ylityksistä, ovat yhden maksun säännön alaisia (yksi maksu 60 min ajon aikana) ja ovat kuukausittaisen maksumaksimin alaisia (120 maksua/kk). AUTOPASS-rekisteröinti mahdollistaa kuukausittaisen maksumaksimin ja yhden maksun säännön myös yli 3500 kg painaville ajoneuvoille. (Fjellinjen 2020b.)

Tiemaksu määräytyy ajoneuvon päästöluokan, ajankohdan ja tiemaksukehän sijainnin perusteella. Hinnoittelu suosii ”nollapäästöisiä” eli täyssähköautoja tai vetyautoja. Dieselkäyttöiset ajoneuvot maksavat vyöhykkeelle ajamisesta eniten. Bensiinikäyttöiset ajoneuvot ja ladattavat hybridit kuuluvat hieman edullisempaan maksuluokkaan. Täyssähköautot kuuluvat matalimpaan maksuluokkaan ja vetyautot on vapautettu tiemaksuista. Maksu on kalleimmillaan ruuhka-aikaan (06.30–09.00 ja 15.00–17.00). Ruuhka-aikoja ei ole viikonloppuisin, virallisina juhlapäivinä ja heinäkuussa. Hinnoittelu ryhmitellään alle 3500 kg painaviin ajoneuvoihin ja yli 3500 kg painaviin ajoneuvoihin. (Fjellinjen 2020b.)

SISÄKEHÄ

Maksu kehän ylityksestä	Bensiini ja hybridi	Diesel	Täyssähkö
Ylitys	17 kr (n. 1,50 €)	19 kr (n. 1,60 €)	4 kr (n. 0,30 €)
Ylitys ruuhka-aikaan	21 kr (n. 1,80 €)	23 kr (n. 2,00 €)	8 kr (n. 0,70 €)

OSLO KEHÄ

Maksu kehän ylityksestä	Bensiini ja hybridi	Diesel	Täyssähkö
Ylitys	21 kr (n. 1,80 €)	25 kr (n. 2,20 €)	5 kr (n. 0,40 €)
Ylitys ruuhka-aikaan	28 kr (n. 2,50 €)	31 kr (n. 2,70 €)	10 kr (n. 0,90 €)

KAUPUNGIN KEHÄ

Maksu kehän ylityksestä	Bensiini ja hybridi	Diesel	Täyssähkö
Ylitys	21 kr (n. 1,80 €)	25 kr (n. 2,20 €)	5 kr (n. 0,40 €)
Ylitys ruuhka-aikaan	28 kr (n. 2,50 €)	31 kr (n. 2,70 €)	10 kr (n. 0,90 €)

Kuva 3. Hinnat alle 3500 kg ajoneuvoille, joilla on AUTOPASS-sopimus. (Fjellinjen 2020b). Muunnos euroihin huhtikuun 2020 kurssilla.

SISÄKEHÄ

Maksu kehän ylityksestä	Euro V tai vanhempi	Euro VI	Nollapäästöinen
Ylitys	86 kr (n. 7,60 €)	53 kr (n. 4,70 €)	0 kr
Ylitys ruuhka-aikaan	101 kr (n. 8,90 €)	69 kr (n. 6,10 €)	0 kr

OSLO KEHÄ

Maksu kehän ylityksestä	Euro V tai vanhempi	Euro VI	Nollapäästöinen
Ylitys	86 kr (n. 7,60 €)	53 kr n. 4,70 €)	0 kr
Ylitys ruuhka-aikaan	101 kr (n. 8,90 €)	69 kr (n. 6,10 €)	0 kr

KAUPUNGIN KEHÄ

Maksu kehän ylityksestä	Euro V tai vanhempi	Euro VI	Nollapäästöinen
Ylitys	86 kr (n. 7,60 €)	53 kr n. 4,70 €)	0 kr
Ylitys ruuhka-aikaan	101 kr (n. 8,90 €)	69 kr (n. 6,10 €)	0 kr

Kuva 4. Hinnat yli 3500 kg ajoneuvoille, joilla on AutoPASS-sopimus, ilman alennuksia (Fjellinjen 2020b). Muunnos euromääräiseksi tehty huhtikuun 2020 kurssilla.

Ulkomailla rekisteröidyt ajoneuvot ovat myös tiemaksujen alaisia. Sekä ajoneuvon haltija että omistaja ovat vastuussa tiemaksujen maksamisesta. Ulkomailla rekisteröidyt ajoneuvot voidaan rekisteröidä etukäteen eurooppalaisen pysäköinnin perintätoimiston (European Parking Collection) kautta. Ajoneuvoista tulee ilmoittaa niiden Euro-päästöluokka ja käyttövoima, jotta veloitus voidaan tehdä päästöluokan mukaan. Lasku tiemaksuista lähetetään ajoneuvon omistajalle. (AUTOPASS 2020.)

Tiemaksun laskutus riippuu siitä, onko ajoneuvo rekisteröitynyt AutoPASS:n käyttäjäksi. Jos ajoneuvo on AutoPASS:n käyttäjä, tiemaksut laskutetaan kuukausittain, jos ajoneuvo on kerryttänyt 500 kruunun tai yli edestä tiemaksuja kuukauden aikana. Jos tiemaksuja on kertynyt alle 500 kruunua, maksu veloitetaan, kun 500 kruunua tulee täyteen tai seuraavan 5 kuukauden sisään. Jos laskua ei makseta eräpäivään mennessä, lähetetään muistutusmaksu 70 kruunun viivästyskorolla. Jos laskua ei makseta muistutuslaskun eräpäivään mennessä, lasku siirretään perintään.

Jos ajoneuvoa ei ole rekisteröity AutoPASS-järjestelmään, tiemaksut laskutetaan 3 kuukauden aikana, jos maksuja on kertynyt alle 500 kruunua. Jos laskua ei makseta eräpäivään mennessä, viivästyskorko on 300 kruunua. Jos muistutusta ei makseta ajoissa, lähetetään kolmas lasku, jossa viivästyskorkoon lisätään vielä 150 kruunua. Jos tätäkään ei makseta, lasku siirretään perintään. (Fjellinjen 2020d.)

Oslossa AutoPASS:n käyttäjät voivat ostaa myös kuukauden, puolen vuoden tai vuoden pituisen kulkuluvan, joka takaa rajoittamattoman määrän läpiajoja lisäkustannuksitta.

Muuntojoustavuus

Oslossa on käytössä nk. yhden maksun sääntö, jossa tiemaksu veloitetaan vain kerran 60 minuutin ajon aikana Tällä pyritään takaamaan, että ajoneuvoihin ei kohdistu useampaa maksua yksittäisen matkan aikana. Sääntö pätee vain, jos ajoneuvo on rekisteröity AutoPASS:in käyttäjäksi.

Tiemaksuista on vapautettu useita eri ajoneuvotyyppisiä:

- Moottoripyörät ja mopot

- Hätäajoneuvot
- Joukkoliikenteen ajoneuvot
- Diplomaattien ajoneuvot
- Liikkumisesteisten ajoneuvot.

Vaikutuksia

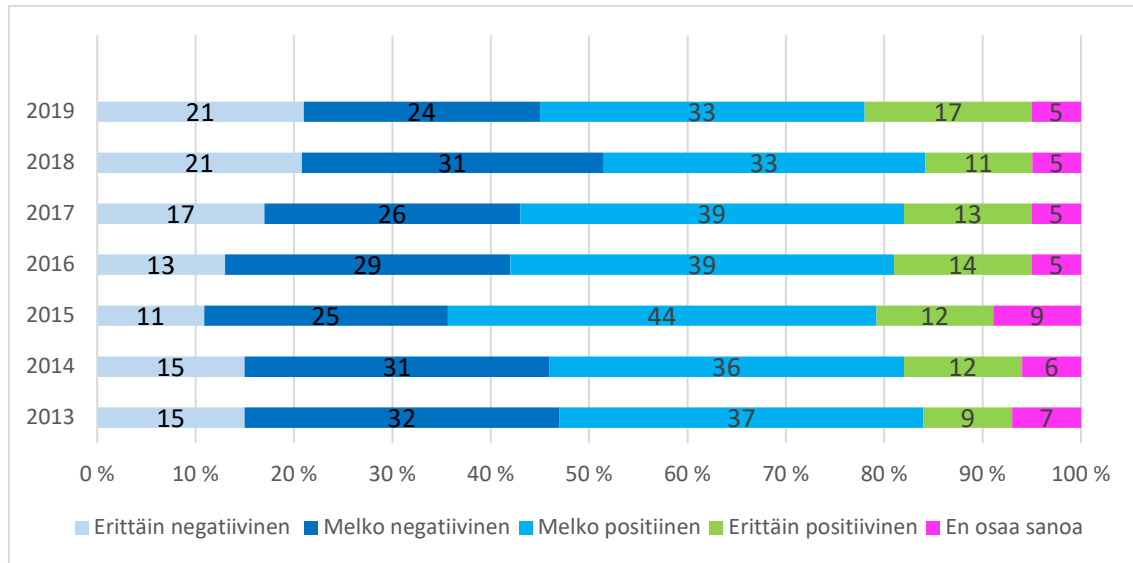
Vuoden 1990 tiemaksujen käyttöönotto vähensi liikennemääriä noin 5 % käyttöönoton jälkeisten ensimmäisten kuukausien aikana, minkä jälkeen liikennemäärät palautuivat ennalleen. Käyttöönoton aikaan tiemaksujen hinnat olivat tarkoituksella hyvin pienet ja järjestelmällä ei edes pyritty liikenteen hillintään, sillä tarkoituksena oli vain kerätä maksuja infrastruktuurin rahoittamiseksi. Tiemaksujen tuotoilla rahoitettu tieliikenteen infrastruktuuri (mm. keskustan ohitustie ja tunnelit) vähensivät kuitenkin kaupungin ruuhkautumista ja lyhensivät matka-aikoja. Samat infrahankkeet mahdollistivat tieliikenteen siirtymisen katutasolta tunneleihin, mikä vaikutti myös katutasolla lähipäästöjen vähenemiseen. (Wærsted 2005.)

Tiemaksujen vuoden 1990 käyttöönoton ei nähty vaikuttavan joustamattomiin työ- tai koulumatkoihin eikä siten myöskään työpaikkojen tai kotien sijaintivalintoihin. Sen sijaan tiemaksujen nähtiin vaikuttavan joustavampien vapaa-ajanmatkojen määränpäävalintoihin. Esimerkiksi asuntokunnat ovat vaihtaneet vaihtoehtoihin määränpäihin välttääkseen tiemaksuja. Tiemaksujen välttely määränpäävalintojen myötä näkyi selvimmin mitä lähempänä tiemaksukehää asuntokunnat asuivat. (Ramjerdi 1995.)

Tiemaksujen oletettiin vaikuttavan asuntojen hintoihin negatiivisesti, mutta vaikutukset olivat kaikkiaan hyvin pieniä. Vaikutukset asuntojen hintoihin olivat suurimpia Oslon koillis- ja kaakkoisosissa tiemaksukehän ulkopuolella. Tämä johtui muutamasta seikasta. Oslon itäosien asuntojen hinnat olivat ylipäätään keskimääräisesti matalampia kuin lännessä. Itäosissa oli myös vähemmän työpaikkoja kuin lännessä. Kaikkiaan vaikutukset asuntojen hintojen muutoksiin olivat tutkimusten mukaan hyvin pieniä. (Ramjerdi 1995.)

Vuonna 2017 Oslon tiemaksujärjestelmässä kirjattiin 112,4 miljoonaa tiemaksukehän läpiajoa. Ruuhka- ja päästöluokkaperusteinen hinnoittelu, joka otettiin käyttöön lokakuussa 2017, vähensi tiemaksukehien läpiajoa noin prosentin vuoteen 2016 verrattuna (1,3 miljoonaa läpiajoa). Sähköautoilla tehty tiemaksukehien läpiajo kasvoi 3 miljoonalla läpiajolla (35 %) verrattuna vuoteen 2016. (Fjellinjen 2017.) Oslossa vuonna 2017 toteutettu päästöluokkaperusteinen hinnoittelu on vähentänyt liikenteen lähipäästöjä ja typpidioksidipitoisuudet (NO₂) ovat olleet laskussa (Helsingin kaupunki 2019).

Oslon tiemaksujen hyväksyttävyyttä on seurattu vuosittain käyttöönotosta lähtien. Vuonna 2019 noin 52 % Oslon ja Akershusin asukkaista suhtautui positiivisesti tiemaksuihin, mikä oli noin 6 %-yksikköä enemmän kuin vuonna 2018. (Statens Vegvesen 2020c.) Kuva 5 osoittaa Oslon tiemaksujen hyväksyttävyyden kehityksen vuodesta 2013 lähtien.



Kuva 5. Oslon tiemaksujen hyväksyttävyyden kehitys välillä 2013-2019. Tutkimuksessa vastattiin kysymykseen ”onko Oslon tiemaksujärjestelmä mielestäsi erittäin negatiivinen, melko negatiivinen, melko positiivinen vai erittäin positiivinen toimenpide”. (Prosam 2019.)

3.1.3 Trondheim

Tausta

Trondheimin kaupunkikohtainen tiemaksujärjestelmä on hyvin samankaltainen Oslon järjestelmän kanssa. Se otettiin käyttöön vuonna 1991 12 tiemaksujen valvontapisteen avulla (Ieromonachou et al. 2006). Trondheimin autokanta oli kasvanut koko 1980-luvun, mikä oli johtanut teiden ruuhkautumiseen erityisesti keskustassa, jonne kohdistui merkittävää läpiajoliikennettä. Ratkaisuna keskustan ruuhkiin nähtiin liikenteen ohjaaminen päätieverkoston. Päätieverkoston rakentamisen rahoittamiseksi ehdotettiin kaupunkikohtaisen tiemaksujärjestelmän perustamista vuonna 1985 Trondheimin liikennejärjestelmäsuunnitelman yhteydessä. Suunnittelun aloittaminen hyväksyttiin ensin kaupunginvaltuustossa. Kansallisen tahtotilan saavuttamisen myötä järjestelmä toteutettiin vuonna 1991. (Curacao project 2007.)

Tiemaksujen tavoitteena oli alun perin Trondheimpakke 1 -sopimuksen sisältämän liikennehankepaketin rahoittaminen vuosina 1991–2005. Tämä tarkoitti sitä, että tiemaksujärjestelmä olisi voimassa vain Trondheimpakke 1 -sopimuksen ajan vuoteen 2005 asti. Suunnitelmana oli, että käyttäjätuotoilla maksettaisiin 60 % hankkeista ja valtio rahoittaisi loput 40 % investoinnista. Ilman tiemaksutuottoja uuden päätieverkon rakentamiseen menisi 35–50 vuotta, kun taas tiemaksujen rahoitustuotoilla ja valtion rahoituksella samaan menisi 10–15 vuotta. Rahoitustuottojen lisäksi kaupunkikohtaisiin tiemaksuihin liittyi myös muita tavoitteita: päätieverkon ja läpikulkuiteiden rakentaminen nähtiin mahdollisuutena lievittää Trondheimin keskustan ympäristöhaittoja. Ympäristöhaittojen väheneminen mahdollistaisi keskustan uudistamisen. Päätieverkon nähtiin toteutuessaan myös lisäävän saavutettavuutta, mikä nähtiin vetovoimatekijänä kukoistavan öljyteollisuuden houkuttelemiseksi seudulle. (Curacao project 2007.)

Vuoden 1991 tiemaksujärjestelmä oli järjestetty Oslon tapaan kehämäisesti. Järjestelmä toimi alusta lähtien mikroaltopohjaisella DNRC-tekniikalla ja hyödynsi samaa AutoPASS-palvelua

kuin Oslon järjestelmä. Se sisälsi aikaan perustuvan hinnoittelun ja mahdollisuuden veloittaa vain yksi maksu yksittäistä matkaa kohden. Vain Trondheimin keskustaan suuntautuvat matkat olivat maksujen alaisia. (Curacao project 2007.)

Vuonna 1998 järjestelmää päivitettiin sisältämään useita vyöhykkeitä, uusia valvontapisteitä ja hinnoittelun myös vyöhykkeiden välisistä matkoista. Päivitykselle oli kaksi tavoitetta: 1) Trondheims-pakke 1 investointipaketti tarvitsi lisätuottoja hankkeiden toteuttamiseksi ja 2) järjestelmää haluttiin kehittää tasapuolisemmaksi siten, että tiemaksu kohdistuisi yhä useampaan autoilijaan. Vyöhykkeet suunniteltiin siten, että jokainen vyöhykkeiden väliin jäävä vyöhyke sisältäisi tarvittavat päivittäispalvelut oletettavasti siksi, että päivittäiset palvelut olisi mahdollista saavuttaa ilman tiemaksujen maksamista. (Curacao project 2007.)

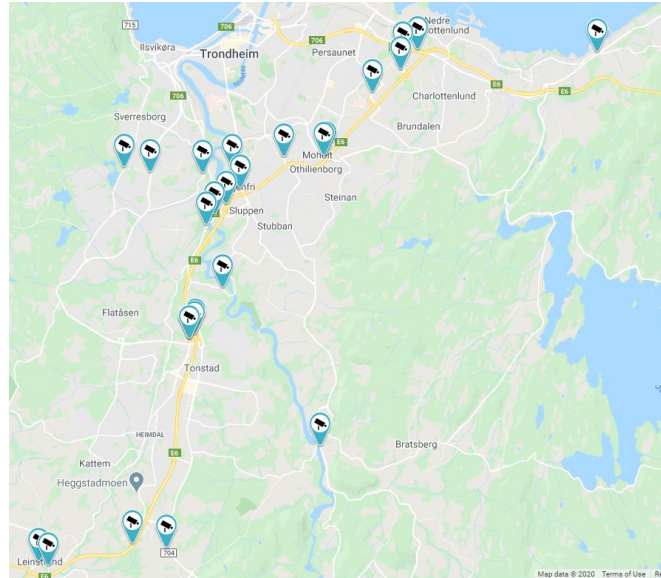
Järjestelmää päivitettiin uudestaan vuonna 2004, kun siihen lisättiin 6 tiemaksujen valvontapistettä pääasiassa Trondheimin keskustan läheisyyteen. Tavoitteena oli oikeudenmukaistaa hinnoittelua (keskustan asukkaat olivat maksaneet alennettuja hintoja) ja lisätä rahoitustuottoja. Tiemaksujärjestelmä sisälsi vuonna 2004 kaikkiaan 24 tiemaksujen valvontapistettä. Tiemaksut poistettiin käytöstä vuonna 2005, kun Trondheimpakke 1 -sopimus tuli päätökseen ja sen hankkeet oli saatu toteutettua.

Vuonna 2010 sovittiin uusi Miljøpakken -sopimus, jonka myötä Trondheimissa otettiin uudelleen käyttöön kaupunkikohtaiset tiemaksut. Sopimuksen tavoitteina on vähentää kaupungin ruuhkaisuutta, kasvihuonekaasu- ja melupäästöjä ja onnettomuuksia sekä lisätä kestävien kulkumuotojen käyttöä. Tavoitteena on autoilun nollakasvu: autoilu ei saa lisääntyä, vaikka väestö seudulla kasvaa. (Miljøpakken 2020a.). Sopimus ja sen sisältämä liikennehankepaketti on tehty yhteistyössä Trøndelagin maakunnan, Trondheimin kaupungin ja seudun muiden kuntien, Norjan tiehallinnon ja Norjan junahallinnon kanssa (Miljøpakken 2020b). Sopimus sisältää 15 miljardin Norjan kruunun edestä liikenneinfrastruktuurihankkeita sisältäen tiehankkeita, pyöräilyn ja kävelyn infrastruktuuria vuosille 2010–2025 (Statens vegvesen 2020).

Järjestelmä

Trondheimin Miljøpakken mukainen nykyinen tiemaksujärjestelmä toimii porttimallin tapaan eli ajoneuvoilta veloitetaan maksu tiemaksukehän läpiajosta, minkä tarkoituksena on rajoittaa nimenomaan kehien alueelle tulevaa autoliikennettä. Maksu veloitetaan aina tiemaksun valvontapisteen ylityksestä. Järjestelmä sisältää 21 valvontapistettä (kuva 5) ja toimii pääosin mikroaaltopohjaisen tekniikan (DNRC) avulla, kuten jo 1990-luvun järjestelmäkin.

Trondheimin järjestelmää operoi Vegamot AS -yhtiö, joka ylläpitää AutoPASS-palvelua, joka toimii myös Trondheimissa tiemaksujen valvontajärjestelmänä. AutoPASS-palveluun rekisteröidyttä ajoneuvoon laitetaan transponderi-tarra, joka mahdollistaa tiemaksukehän ylittävän ajoneuvon tunnistamisen. Trondheimissa on myös kameravalvonta, joka mahdollistaa tunnistamisen niiden ajoneuvojen osalta, joita ei ole rekisteröity järjestelmään.



Kuva 6. Trondheimin tiemaksujärjestelmä. (AutoPASS n.d.)

Tiemaksujen hinnoittelu on paikka- ja ajankohtaperusteinen. Hinnat ovat korkeammat ruuhka-aikoina sekä tietyillä tiemaksujen valvontapisteillä. Hinnoittelu on voimassa klo 6.00–18.00 maanantaista perjantaihin paitsi kansallisina juhla- tai pyhäpäivinä. Ruuhka-aika on klo 7.00–9.00 ja 15.00–17.00. Hinnat vaihtelevat sen mukaan, onko ajoneuvo rekisteröity AutoPASS-palvelun asiakkaaksi, kuten Oslossa, ja ajoneuvon painon mukaan: alle 3500 kg painavat ajoneuvot maksavat lähes puolet vähemmän kuin yli 3500 kg painavat ajoneuvot riippuen valvontapisteestä. (Vegamot AS 2020a.)

ITÄ, SLUPPEN JA ETELÄ

Maksu kehän ylityksestä	Hinta	AutoPASS-hinta
Ylitys	16 kr (n. 1,40 €)	12.80 kr (n. 1,20 €)
Ylitys ruuhka-aikaan	31 kr (n. 2,70 €)	24.80 kr (n. 2,20 €)

OHITUSTIE, BYÅSEN, KLÆBU JA TONSTAD

Maksu kehän ylityksestä	Hinta	AutoPASS-hinta
Ylitys	12 kr (n. 1,10 €)	9.60 kr (n. 0,85 €)
Ylitys ruuhka-aikaan	15 kr (n. 1,30 €)	12 kr (n. 1,10 €)

Kuva 7. Hinnoittelu alle 3500 kg painaville ajoneuvoille eri tiemaksujen valvontapisteillä (Vegamot AS 2020a.) Muunnos euroihin huhtikuun 2020 kurssilla.

ITÄ, FOSSESTUVN, KLÆBU JA ETELÄ

Maksu kehän ylityksestä	Hinta
Ylitys	38 kr (n. 3,40 €)
Ylitys ruuhka-aikaan	76 kr (n. 6,70 €)

OHITUSTIE, BYÅSEN JA TONSTAD

Maksu kehän ylityksestä	Hinta
Ylitys	27 kr (n. 2,40 €)
Ylitys ruuhka-aikaan	35 kr (n. 3,10 €)

SLUPPEN

Maksu kehän ylityksestä	Hinta
Ylitys	25 kr (n. 2,20 €)
Ylitys ruuhka-aikaan	50 kr (n. 4,40 €)

KROPPAN BRU

Maksu kehän ylityksestä	Hinta
Ylitys	43 kr (n. 3,80 €)
Ylitys ruuhka-aikaan	58 kr (n. 5,10 €)

Kuva 8. Hinnoittelu yli 3500 kg painaville ajoneuvoille eri tiemaksujen valvontapisteillä (Vegamot AS 2020a). Muunnos euromääräiseksi tehty huhtikuun 2020 kurssilla.

Maksu laskutetaan rekisteröityneiltä käyttäjiltä kuukausittain tai sitten, kun rekisteröitynyt ajoneuvo on ylittänyt tiemaksujen valvontapisteitä 400 kruunun edestä. Jos laskun summa ei ylitä 400 kruunun rajaa kuukauden jälkeen, tiemaksut laskutetaan viimeistään kolmen kuukauden päästä. Rekisteröimättömiltä käyttäjiltä veloitetaan hieman suurempi maksu. (Vegamot AS 2020b.)

Trondheimissa voi ostaa myös kuukauden pituisen kulkuluvan, joka takaa rajoittamattoman määrän läpiajoja lisäkustannuksitta. Kulkuluvan hinta vastaa 110 tiemaksujen valvontapisteiden ohitusta Miljøpakken alueella kuukauden aikana. (Vegamot AS 2020c.)

Muuntojoustavuus

Trondheimissa on myös käytössä nk. yhden maksun sääntö, jossa tiemaksu veloitetaan vain keran 60 minuutin ajon aikana. Tällä taataan, että ajoneuvoihin ei kohdistu useampaa maksua yhden matkan aikana. Sääntö pätee vain, jos ajoneuvo on rekisteröity AutoPASS:in käyttäjäksi.

Tiemaksuista on vapautettu useita eri ajoneuvotyyppisiä (Vegamot AS 2020c.):

- Vyöhykealueen asukkaat tietyillä tiemaksujen valvontapisteillä
- Moottoripyörät ja mopot
- Joukkoliikenteen ajoneuvot
- Hätäajoneuvot
- Liikkumisesteisten ajoneuvot
- Vetyautot (Vegamot AS 2020c.)

Vaikutuksia

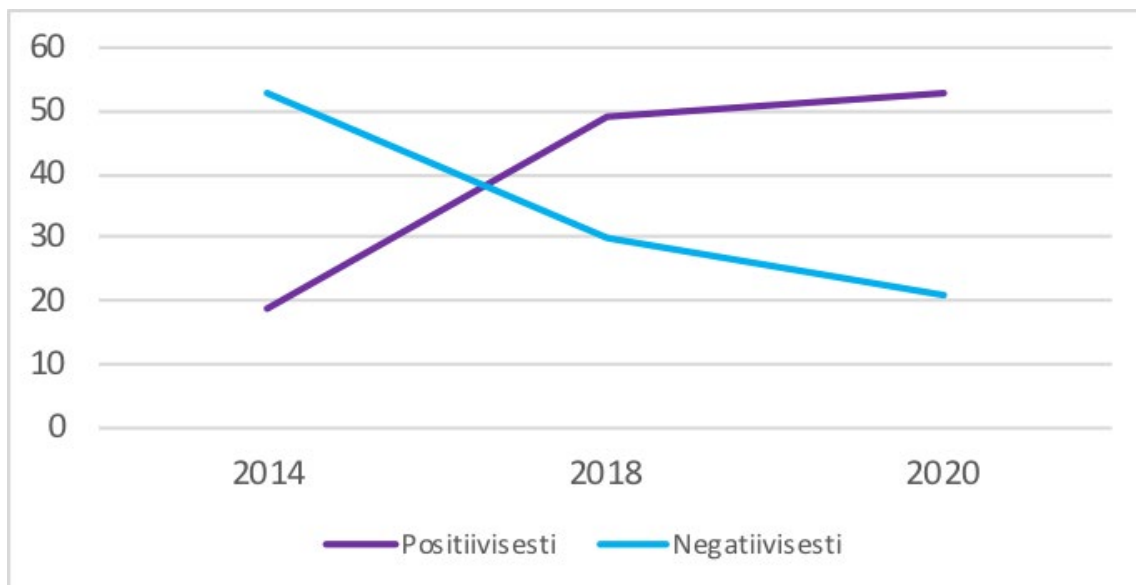
Trondheimin Trondheimspakke 1 -sopimuksen tiemaksujen vaikutuksia on tarkasteltu eri tutkimuksissa. Vuoden 1991 tiemaksujen käyttöönotto muutti ihmisten liikkumiskäyttäytymistä, mikä ilmenee ajosuorituksen määrissä: Tiemaksut siirsivät liikkumista maksun alaisista ajankohdista muihin ajankohtiin. Tiemaksukehän läpimenevä liikennemäärä laski viikolla maksujen alaiseen aikaan 10 % ruuhkassa ja ruuhkan ulkopuolisena aikana. Sen sijaan maksujen ulkopuolisina aikoina ja viikonloppuisin liikenne kasvoi 8 %. (Langmyhr 2001;)

Trondheimsapakke 1 -sopimuksen tiehankepaketin rahoittamista varten käyttöön otetut tiemaksut lopetettiin joulukuussa 2005 sopimuksen päättyessä. Maksujen lopettaminen tarjosi mahdollisuuden tarkastella maksujen vaikutuksia liikennemääriin ja automatkojen ajoittumiseen. Vuonna 2006 toteutettiin noin kuuden kuukauden jälkiseuranta liikkumiskäyttämisen muutoksista kolmella tiemaksujen valvontapisteellä liikennelaskentakameroiden avulla. Liikennemäärät kasvoivat 12 % aiemmin maksulliseen aikaan (ma–pe klo 06–18), mutta viikottasolla liikennemäärät kasvoivat vain 4 % ja liikenne väheni iltaisin ja viikonloppuisin. (Meland et al. 2010.)

Laskennoissa tunnistettiin lähtöajan siirtymää. Tutkimuksen perusteella tiemaksujen ollessa käytössä autoilijat ajoittivat matkansa aiempaan ajankohtaan välttääkseen maksun. Tiemaksujen poiston jälkeen liikenne klo 05–06 välillä väheni 11 %, kun taas liikenne klo 06–07 välillä kasvoi 11 %. Iltapäivisin vaikutukset olivat vielä suuremmat. Liikennemäärät kasvoivat (aiemmin viimeisen maksullisen tunnin aikana) klo 17–18 noin 20 %. Liikennemäärät sen sijaan vähenivät klo 18–19 aikaan noin 8 %. Tämän lisäksi tunnistettiin, että kokonaisuudessaan liikennemäärät kasvoivat työpäivinä eniten iltapäivisin, jonkin verran keskipäivän aikaan ja vähiten aamuisin. Tämän nähtiin johtuvan aamun suuresta määrästä joustamattomia työ- ja koulumatkoja (69 %) verrattuna keskipäivän (17 %) ja iltapäivän (8 %) joustamattomiin matkoihin. Näin ollen suhteellisesti suurempi kasvu päivällä selittyy vastaavalla suuremmalla vapaa-ajan matkojen osuudella, joilla on suurempi hintajoustavuus suhteessa matkojen lähtöaikaan. Kaiken kaikkiaan klo 6–18 (ajankohtina, jolloin maksut olisivat olleet käytössä) tehtyjen ajoneuvomatkojen määrä kasvoi vuoden 2006 aikana tiemaksujärjestelmän valvontapisteillä keskimäärin 11,3 % verrattuna edellisvuoteen 2005, jolloin maksut olivat vielä käytössä. (Meland et al. 2010.)

Tiemaksuilla ei nähty olevan merkittäviä vaikutuksia Trondheimin keskustan elinvoimaan ja kilpailukykyyn. Joitakin vaikutuksia maksukehän sisällä sijaitsevien yritysten kauppaan oli havaittavissa muutama kuukausi tiemaksujen käyttöönoton jälkeen, mutta kaupan häiriöitä ei voitu havaita enää kesällä 1992 tehdyn tilastollisen tarkastelun valossa. Trondheimin kauppakamarin tutkimuksen mukaan tiemaksujen vaikutukset keskustan yrityksiin ja elinvoimaan olivat huomattavan pieniä. (Meland et al. 2010.)

Tiemaksut ovat Miljøpakken -sopimuksen myötä olleet voimassa nyt noin 10 vuotta. Ajanjakson aikana maksujen hyväksyttävyyden on lisääntynyt. Trondheimin asukkaista 53 % suhtautuu positiivisesti ja 21 % suhtautuu negatiivisesti tiemaksuihin. Kuvassa 9 esitetään tiemaksujen hyväksyttävyyden kehitystä Trondheimissa. Lisäksi lähikuntien Malvikin ja Melhusin asukkaista 32 % ja 30 % suhtautuu positiivisesti tiemaksuihin. Vastaavasti negatiivisesti tiemaksuihin suhtautuu 34 % ja 36 %. (Miljøpakken 2020c).



Kuva 9. Trondheimin kaupunkikohtaisten tiemaksujen hyväksyttävyyden kehitys Trondheimissa. (Miljopakken 2020c).

3.1.4 Lontoo

Tausta

Lontoon vyöhykepohjaiset tiemaksut otettiin käyttöön vuonna 2003. Tiemaksujen alkuperäisenä tavoitteena oli vähentää Lontoon keskustan jo vuosikymmeniä kasvanutta merkittävää ruuhkautumista. (Ministry of Transport 2018.) Lontoossa tiemaksuista käytetään termiä ruuhkamaksu (congestion charge). Termi kuvastaa tiemaksujärjestelmän alkuperäistä tavoitetta, joka oli Lontoon tieliikenteen ruuhkien hillintä.

Lontoon ensimmäinen tiemaksuselvitys tehtiin jo 1960-luvulla, mutta tiemaksujen valvontateknologian silloinen puute teki maksujen käyttöönotosta kannattamatonta. Sen sijaan 1990-luvun esiselvitykset totesivat tiemaksujen käyttöönoton olevan mahdollista, koska valvontateknologia oli kehittynyt (ANPR ja DSCR) ja kaupunkien väliset tiemaksut olivat yleistyneet kansainvälisesti. Lisäksi Lontoon historiallisen keskustan tiekapasiteetin kasvattaminen nähtiin hankalaksi ja autoilulle vaihtoehtoiset kulkumuodot olivat jo käytössä, sillä keskustaan suuntautuva joukkoliikenne oli vuoroväleiltään tiheää ja tehokasta. (ibid.)

Olenaisin sysäys tiemaksujen käyttöönotolle tapahtui vuonna 2000, kun Ken Livingstone valittiin Lontoon ensimmäiseksi metropolialueen pormestariksi. Livingstone oli kampanjoinut tiemaksujen käyttöönotolla ja valituksi tultuaan hän käynnisti ensimmäisen tiemaksujen käyttöönoton selvityksen (Leape 2006). Selvityksen lopputuloksena esitettiin tiemaksujen toteuttamista Lontoon ydinkeskustaan, jossa ruuhkautuneisuus oli vakavinta. Maksut otettiin käyttöön ydinkeskustan alueella vuonna 2003 kameravalvontateknologian (ANPR) avulla.

Tiemaksujen käyttöönotto nimenomaan Lontoon keskustaan vaikutti helpoimmalta ratkaisulta, koska Lontoon aamuruuhkan kulkumuotojakautumassa henkilöautomatkojen osuus oli vain 12 % ja autonomistus oli vain 54 % vuonna 2003. (ibid.) Tiemaksujärjestelmän alkuperäisinä tavoitteina oli

vähentää keskustan ruuhkautuneisuutta, vähentää keskustan ajosuoritetta ja lisätä joukkoliikenteen kulkumuoto-osuutta kohdistamalla tiemaksutuottoja kestäväen liikkumisen infrastruktuuriin. Vuonna 2003 tiemaksu oli 5 puntaa (vuonna 2005 8 puntaa ja vuonna 2011 10 puntaa). (ibid.)

Lontoon tiemaksujärjestelmää on muokattu tiemaksujen taustalla olevien tavoitteiden kehittymisen myötä. Liikennejärjestelmän ruuhkautumisen vähentämisen lisäksi tavoitteiksi on vuosien saatossa nousseet myös liikenteen lähi- ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, joka nousi agendalle erityisesti Lontoon nykyisen pormestari Sadiq Khanin myötä. Tiemaksujärjestelmään lisättiin useita toimintaperiaatteita liikenteen päästöjen vähentämiseksi heti Khanin noustua pormestariksi vuonna 2016. (Ministry of Transport 2018.) Khan on myös esittänyt kilometripohjaisen tiemaksujärjestelmän käyttöönottoa (Transport Network 2017).

Lontoon tiemaksujärjestelmän käyttöönottoa ja kehittymistä selittää sen hallintomalli, joka perustuu pormestarihallintoon. Lontoon pormestarihallinnalla on merkittäviä valtaoikeuksia, joiden myötä hän pystyy mandaatillaan ohjaamaan pääkaupunkiseudun liikennejärjestelmäsuunnittelua Greater London Authorityn tuella. Lontoon liikenteestä vastaa Transport for London, joka perustettiin 1999 eli vuotta ennen pormestari-instituution luomista. Transport for London toteuttaa lakisääteisesti pormestarin liikennestrategiaa, jonka mukaan kaikki tiemaksutuotot ohjataan Transport for Londonin käyttöön, jotka se ohjaa liikennejärjestelmän kehittämiseen liikennestrategian mukaisesti. Lontoon pormestarien eri näkemykset ja tavoitteet ovat usein johtaneet muutoksiin myös tiemaksujärjestelmässä. (Transport for London 2006; Ministry of Transport 2018.)

Tiemaksujärjestelmää on muokattu useaan otteeseen vuoden 2003 käyttöönoton jälkeen. Alla on esitetty kooste tiemaksujärjestelmän suurimmista muutoksista:

- 2007: Tiemaksujärjestelmän länsiläajennuksen käyttöönotto, joka kaksinkertaisti vyöhykkeen maantieteellisen alueen. Ken Livingstone edelleen pormestarina. Tiemaksujen vyöhykkeen asukkaat saivat 90 % alennuksen maksuista.
- 2008: Raskaan liikenteen ympäristövyöhykkeen perustaminen Suur-Lontoon alueelle lähipäästöjen hillitsemiseksi. Boris Johnson valittiin pormestariksi.
- 2011: Länsiläajennuksen poisto Boris Johnsonin strategian mukaisesti.
- 2013: Nollapäästöisille autoille vapautus tiemaksuista.
- 2016: Sadiq Khan valittiin pormestariksi. Aloitti ympäristövyöhykkeen suunnittelun tiemaksuvyöhykkeen alueelle.
- 2017: Päästöjen lisämaksun (Emissions Surcharge, nk. myrkyllisyysmaksu eli Toxicity Charge) käyttöönotto tiemaksuvyöhykkeen alueella. Lisämaksu oli toiminnassa tiemaksujen voimassaolon aikaan.
- 2019: ULEZ-vyöhykkeen (Ultra Low Emission Zone) käyttöönotto tiemaksuvyöhykkeen alueella. ULEZ-maksu korvasi päästöjen lisämaksun.

Lontoon vuosien 2003–2017 välillä kerätyt tiemaksujen 1,7 miljardin punnan nettotuotot on ohjattu kaupungin liikennejärjestelmään: noin 1,3 miljardia puntaa (noin 1,47 miljardia euroa) sijoitettiin bussiliikenteen verkkoon; 196 miljoonaa puntaa teihin, katuihin ja siltoihin; 80 miljoonaa puntaa liikenneturvallisuustoimenpiteisiin; 90 miljoonaa puntaa paikallisiin liikennesuunnitelmiin ja 64 miljoonaa kestäväen liikkumiseen ja ympäristöön (Transport for London 2017). Jokaisena tiemaksujen voimassaolopäivänä tiemaksuja kerätään noin 59 150 kappaletta (Transport for London 2019).

Järjestelmä

Nykyisin Lontoossa on käytössä tiemaksujärjestelmän ja erilaisten ympäristövyöhykkeiden yhdistelmä. Saman maksuvyöhykkeen alueella (kuva 9) on voimassa sekä vyöhykepohjainen tiemaksujärjestelmä sekä nk. lisäympäristövyöhyke (Ultra Low Emission Zone eli ULEZ-vyöhyke). Näiden kahden lisäksi kaupungissa on myös raskaan liikenteen ympäristövyöhyke Suur-Lontoon alueella ja nollapäästövyöhykkeet Islingtonin ja Hackneyn kaupunginosissa.



Kuva 10. Lontoon tiemaksuvyöhyke ja ULEZ-vyöhyke. (Transport for London 2019).

Lontoon vyöhykepohjainen tiemaksujärjestelmä on nk. vinjetti ja se on toiminnassa maanantaista perjantaihin klo 7–18. Ajoneuvot maksavat päiväkohtaisen tiemaksun vyöhykkeellä ajosta, myös vyöhykkeen sisäisestä ajosta. Lontoon järjestelmä eroaa muista tässä selvityksessä käsitellyistä järjestelmistä siten, että Lontoossa kaikki maksuvyöhykkeellä tehty ajo on tiemaksun alaista, ei vain vyöhykkeen läpiajo. Maksun hinta on 10,50–11,50 puntaa (noin 12-13 euroa) päivässä eli ajoneuvot maksavat maksun vain kerran päivässä, vaikka ko. ajoneuvo liikkuisikin vyöhykkeelle ja sieltä pois useamman kerran.

Lontoossa on lisäksi käyttöönotettu nk. lisäympäristövyöhyke (Ultra Low Emission Zone eli ULEZ-vyöhyke), joka pyrkii rajoittamaan vanhimpien ja päästöiltään korkeimpien ajoneuvojen liikkumista vyöhykkeellä pääasiassa lähipäästöjen hillitsemiseksi. Sen lisäksi, että ajoneuvo maksaa maksuvyöhykkeellä ajosta varsinaisen päiväkohtaisen tiemaksun, ajoneuvot joutuvat maksamaan myös ULEZ-vyöhykkeen lisämaksun, jos ajoneuvo ei täytä ULEZ-vyöhykkeen päästökriteereitä.

ULEZ-vyöhyke on voimassa ympärivuorokautisesti vuoden jokaisena päivänä Lontoon tiemaksuvyöhykkeen alueella. Näin ollen ajoneuvo voi joutua maksamaan ULEZ-vyöhykkeen lisämaksun esimerkiksi viikonloppuisin, vaikka itse tiemaksu ei olekaan voimassa kuin maanantaista perjantaihin. Ajoneuvon tulee joko noudattaa ULEZ-vyöhykkeen päästöluokkarajoituksia tai maksaa päivittäinen 12,50 puntaa (noin 15 euroa) vyöhykkeellä liikkumisesta. Raskaan liikenteen ajoneuvoilta

maksu on 100 punttaa (noin 118 euroa). ULEZ-vyöhykkeen rajoitukset koskevat laajalti koko tieliikennettä:

- Moottoripyörät, mopot ja mopoautot (minimipäästöluokka Euro 3).
- Henkilöautot, yksityisesti vuokratut ajoneuvot, pienet pakettiautot (minimipäästöluokka Euro 4 bensiini, Euro 6 diesel).
- Suuret pakettiautot ja minibussit (minimipäästöluokka Euro 4 bensiini, Euro 6 diesel).
- Yli 5 tonnia painavat bussit ja yli 3,5 tonnia painavat kuorma-autot ja työkoneet (minimipäästöluokka Euro VI). (Transport for London 2019).

Sekä tiemaksu- että ULEZ-vyöhykkeen valvonta toteutetaan automaattisella rekisterikilven tunnistuksella (ANPR) (Ministry of Transport 2018). Valvontapisteitä on sekä vyöhykkeen rajalla että vyöhykkeen sisällä, mikä mahdollistaa maksun asettamisen myös vyöhykkeen sisällä tapahtuville ajoneuvomatkoille.

Tie- ja ULEZ-vyöhykkeen maksun voi maksaa ennen matkaa etukäteen, matkustamispäivänä tai matkan jälkeen seuraavana päivänä. Seuraavana päivänä maksaessa tiemaksu on hieman kalliimpi (14 punttaa eli n. 15,80 euroa). Jos tiemaksua ei maksa matkaa seuraavan päivän keskiyöhön mennessä, seuraa 160 punnan rangaistusmaksu. (Transport for London 2020a.) Rangaistusmaksu tulee maksaa 28 päivän sisällä, mutta jos sen maksaa jo 14 päivän sisällä, saa maksusta 50 % alennusta (Visit London).

Tiemaksu- ja ULEZ-vyöhykkeen maksun voi maksaa monin eri tavoin: verkossa jopa 90 päivää etukäteen; soittamalla tai tekstiviestitse, kunhan on rekisteröitynyt ensin verkossa; ja TfL:n mobiilisovelluksen avulla. Maksamiselle on kehitetty myös automaattinen maksujärjestelmä AutoPay. AutoPay-järjestelmään rekisteröimällä tiemaksu on yhden punnan halvempi (10,50 punttaa). AutoPay-järjestelmä veloittaa automaattisesti maksuvyöhykkeellä ajamisesta joko pankki- tai luottokortilta tai verkkopankin suoramaksuna. (Transport for London 2020a.) AutoPay-järjestelmän kautta maksetaan noin 43 % kaikista maksuista (Transport for London 2019).

Kustannukset

Vuoden 2004 tiemaksujärjestelmän seurantaraportin mukaan vuonna 2003 käyttöönotetut maksut tuottivat 5 punnan tiemaksuilla noin 50 miljoonan punnan nettohyödyt. Järjestelmän ylläpitoon kului 90 miljoonaa punttaa ja Transport for Londonin hallintokuluihin kului 5 miljoonaa punttaa. (Transport for London 2004; Litman 2011.)

Vuoden 2006 seurantaraportin mukaan tiemaksujärjestelmä tuotti 5 punnan tiemaksuilla 120 miljoonaa punttaa ja rangaistusmaksujen kautta 70 miljoonaa punttaa tuottoja. Transport for Londonin hallintokuluihin kului edelleen 5 miljoonaa punttaa ja järjestelmän ylläpitoon 85 miljoonaa punttaa vuodessa. Näin ollen tiemaksujen nettotuotot olivat noin 100 miljoonaa punttaa. (Transport for London 2006.) Näistä ja aiemmista tiemaksutuotoista Transport for London ohjasi noin 122 miljoonaa punttaa liikennejärjestelmän kehittämiseen: bussiverkon kehittämiseen 100 miljoonaa punttaa, teihin ja siltoihin 14 miljoonaa punttaa, liikenneturvallisuuustoimenpiteisiin 4 miljoonaa punttaa ja kävelyn- ja pyöräilyn infrastruktuuriin 4 miljoonaa punttaa. (Transport for London 2006.)

Muuntojoustavuus

Lontoon tiemaksu- ja ULEZ-järjestelmässä on useita lievennyksiä, joilla on tavoiteltu järjestelmän laajaa hyväksyttävyyttä kansalaisten ja elinkeinoelämän keskuudessa. Lievennyksiä ovat mm. tiemaksujen käyttäjäryhmäkohtaiset alennukset ja vapautukset.

Tiemaksuista alennuksen tai vapautuksen saavat seuraavat käyttäjä- tai ajoneuvoryhmät:

- Vyöhykealueen rekisteröityneet asukkaat (90 % alennus).
- Rekisteröityneiden liikkumisesteisten ajoneuvot (vapautus).
- Tienvarsiapua tarjoavat ajoneuvot (vapautus).
- Moottoripyörät ja mopot (vapautus).
- Autot, joissa on 9 tai enemmän istuinta.
- Hätäajoneuvot ja terveydenhuollon ajoneuvot.
- Taksit, jotka ovat rekisteröityneitä ja lisensoituja London Taxi -palveluun.
- PHV-lisensoidut ajoneuvot oli vapautettu tiemaksuista vuoteen 2019 asti, jonka jälkeen tiemaksut ovat kohdistuneet myös ko. ajoneuvoihin.

ULEZ-vyöhykkeen maksusta vapautuksen saavat käyttäjä- tai ajoneuvoryhmät:

- Vyöhykealueen rekisteröityneet asukkaat saavat vapautuksen siirtymäajan aikana, 25.10.2021 asti, jotta asukkailla on aikaa vaihtaa autonsa ULEZ-vyöhykkeen kriteereihin sopivaksi.
- Liikkumisesteisten ajoneuvot on vapautettu 26.10.2025 asti.
- Lontoon lisensoidut taksit, jotka jo nykyisin ovat ULEZ-standardien mukaisia.
- Museoautot.
- Maatalousajoneuvot.
- Armeijan ajoneuvot.
- Kaivinkoneet ja muut työkoneet, jotka pystyvät ajamaan teillä.
- Liikkuvat nostokurjet.
- Esiintyvien taiteilijoiden ajoneuvot, joita hyödynnetään esityksen toteuttamisessa.
- Hyväntekeväisyysjärjestöjen minibussit 25.10.2021 asti.

Vaikutuksia

Transport for London organisoï ja toteutti laajamittaisen monitorointi- ja seurantaohjelman ennen ja jälkeen tiemaksujen käyttöönoton. Vuoden 2004 seurantaraportin mukaan Lontoon tiemaksu-vyöhykkeen liikennemäärät olivat vuoden 2003 tiemaksujen käyttöönoton jälkeen vähentyneet 15 %, vyöhykkeelle ajava liikenne oli vähentynyt 18 % ja vyöhykkeen ruuhkautuneisuus itsessään oli vähentynyt 30 %. Liikenne ei ollut kasvanut järjestelmällisesti tiemaksuvyöhykkeen ulkopuolella, mutta liikennemäärät olivat kasvaneet odotetusti Lontoon sisäkehällä (Inner Ring Road). (Transport for London 2004.) Liikennemäärien väheneminen johti noin 16 % vähenemään liikenteen kasvihuonekaasupäästöissä (Börjesson 2018).

Tutkimuksen mukaan joukkoliikenteen käyttäjämäärät kasvoivat tarkasteluajanjaksolla 38 %. Kasvusta noin puolen oletettiin johtuvan suoraan tiemaksuista. Joukkoliikenteen tarjontaa oli myös lisätty 23 %, millä vastattiin joukkoliikenteen käyttäjämäärien odotettuun kasvuun. Joukkoliikenteen luotettavuus oli kasvanut merkittävästi: palvelun epätasaisuudesta johtuvat lisäodotusaika oli

laskenut 30 % ja liikenteen viivästyksistä johtuvat häiriöt olivat vähentyneet jopa 60 %. (Transport for London 2004.)

Transport for London analysoi, että niistä noin 65 000–70 000 päivittäisestä ajoneuvomatkasta, jotka tiemaksujen asettamisen jälkeen jäivät tekemättä, noin 50–60 % siirtyi joukkoliikenteeseen, noin 20–30 % päätyi kiertämään maksuvyöhykkeen ja noin 15–25 %:lla matkoista oli tehty muita ratkaisuja, kuten vaihdettu matkojensa ajankohtaa. (Transport for London 2004.)

Tutkimusten mukaan Lontoon keskustan elinvoimaisuus ei kärsinyt tiemaksujen käyttöönotosta. Vertaileva tutkimus Lontoon keskustan elinkeinoelämästä osoitti, että tiemaksujen käyttöönoton suorat vaikutukset talouteen olivat hyvin vähäisiä heti käyttöönoton jälkeen tai ”ei-havaittavia” vuonna 2008. (Transport for London 2004; Transport for London 2008).

Vuoden 2019 aikana käyttöönotettu ULEZ-vyöhyke on vaikuttanut Lontoon ilmanlaadun parantumiseen. Trendianalyseissä huomattiin, että tienvarsien typpidioksidipäästöt (NO₂) olivat vähentyneet noin 29 % verrattuna rajoitusten käyttöönottoa edeltävään aikaan. Alustavien arvioiden mukaan tieliikenteestä johtuvat kasvihuonekaasupäästöt olivat vähentyneet noin 4 % verrattuna ULEZ-vyöhykkeen käyttöönoton jälkeen. Alustavien analyysien perusteella Lontoon keskustan liikennemäärät olivat myös vähentyneet 2–9 % ULEZ-vyöhykkeen ansiosta vuoteen 2018 verrattuna. (Transport for London 2019a.)

Lontoon liikennemäärät ovat olleet kasvussa viime vuosina tiemaksu- ja ULEZ-järjestelmästä huolimatta. Tähän on useita syitä. Yksi merkittävä tekijä tieliikenteen kasvuun on ollut jakeluliikenteen ajosuoriteen lisääntyminen, minkä nähdään johtuvan mm. verkkokaupan merkittävästä kasvusta. Jakeluliikenteen ajosuorite on kasvanut noin 30 % vuodesta 2011 lähtien. Toinen tekijä on private hire vehicle -lisenssin omaavien ajoneuvojen määrän merkittävä kasvu. PHV-lisenssiset autot koostuvat mm. erilaisista takseista tai limusiineista, mutta viime vuosina yhä kasvavissa määrin myös eri liikkumispalvelujen tarjoajista, kuten Ubereistä, jotka olivat vielä vuoteen 2019 asti vapautettuja tiemaksuista. PHV-lisenssoitujen autojen määrä on kasvanut 78 % vuodesta 2008 ja niiden määrä on nykyisellään 106 650 lisenssoitua autoa. Vuonna 2019 tiemaksuvyöhykkeellä ajaneista kaikista autoista PHV-lisenssoitujen autojen osuus oli jopa 47 %. Sen sijaan henkilöautojen ajosuorite on laskenut tiemaksujen käyttöönotosta lähtien. (Transport for London 2019a.)

3.1.5 Kööpenhamina

Kööpenhamina on esimerkki kaupungista, jossa suunniteltiin kaupunkikohtaisen tieliikenteen hinnoittelun käyttöönottoa, mutta järjestelmää ei kuitenkaan ole toteutettu. Kaupungissa on nykyisin käytössä vain keskustan ympäristövyöhyke, jolla rajoitetaan raskaan liikenteen operointia päästöluokkaperusteisesti, mutta johon ei liity varsinaista hinnoittelua. Tässä osiossa tarkastellaan erityisesti Kööpenhaminassa 2000-luvun alussa käytyä tiemaksujen suunnitteluprosessia. (Henderson ja Gulsrud 2019.)

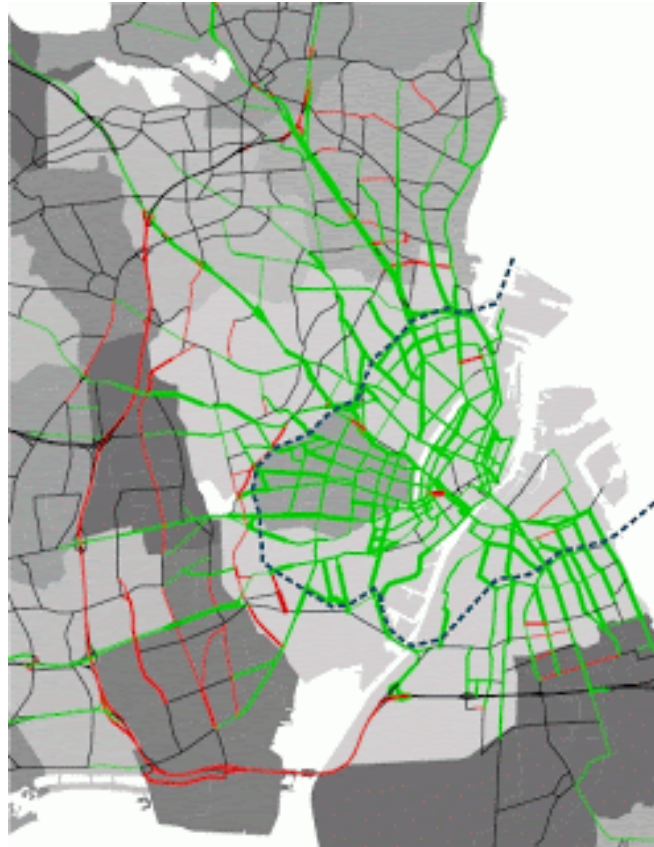
Kööpenhaminassa, kuten muissakin tässä selvityksessä käsitellyistä kaupungeista, oli keskusteltu tiemaksuista jo vuosikymmeniä ennen varsinaisen tiemaksuselvityksen toteuttamista. Keskustelu alkoi jo 1970-luvulla ympäristöliikkeen noustessa ja öljykriisin yhteydessä, kun Kööpenhaminan paikallispoliitikot toivoivat rajoituksia yksityisautoiluun. 1990-luvulla tiemaksut nousivat uudestaan

esiin, kun Kööpenhaminan vasemmisto-keskustalainen kaupunginhallitus halusi rajoittaa Kööpenhaminan autoilua, mihin tiemaksut nähtiin hyvänä toimenpiteenä. Tiemaksut nähtiin toimivana menetelmänä hyötyjen (uudelleen) jakamiselle kaupungissa, jonka asukkaat olivat paikoitellen melko pienituloisia, ja jonka autonomistusaste oli matala. Tiemaksut nähtiin tapana verottaa autonomistajia ja siirtää varoja joukkoliikenteen ja pyöräilyn kehittämiseen. 1990-luvun lopulla Kööpenhaminan keskustan autonomistusaste oli vain 42 %, kun kaupungin kauimmaisten asuinalueiden autonomistusaste sen sijaan oli 82 %. (ibid.)

Kööpenhaminassa vallitsi laaja poliittinen konsensus tiemaksujen toimivuudesta 2000-luvun alussa, mutta vasemmiston ja oikeiston suhtautuminen siihen, mitä tiemaksuilla tavoitellaan, vaihteli merkittävästi. Vasemmisto näki tiemaksut mahdollisuutena resurssien uudelleenjakamiseen, päästöjen vähentämiseen ja henkilöautoilun hillintään. Oikeisto näki tiemaksut toimenpiteenä hallita ruuhkautuneisuutta, mahdollisuutena vähentää autoveroa ja lisätä autonomistusta. Tiemaksujen tuottojen käytöstä ei ollut konsensusta: vasemmiston mukaan tuotot tulisi kohdentaa joukkoliikenteen tai pyöräilyn hankkeisiin, kun taas oikeiston mukaan tuotot tulisi käyttää tieliikenteen infrastruktuuriin ja tieliikenteen sujuvuuden mahdollistamiseen. (ibid.)

Kööpenhaminan tiemaksujen suunnittelu alkoi virallisesti vuonna 2006 sosiaalidemokraattisen pormestarin Ritt Bjerregaardin johdolla. Kööpenhamina asukasluku ja talous olivat kasvussa. Vuoden 2000 ja 2004 välillä kaupungin ruuhkautuminen kasvoi 20 % ja 35 % Kööpenhaminan kaupunkiseudulla. Ruuhkautuminen kasvoi 10 % vuosivauhtia, minkä takia matka-ajat ja kaupungin elinvoima olivat uhattuina. Suunnittelua vauhdittivat Lontoossa vuonna 2003 käyttöönotetut tiemaksut ja Tukholman vuoden 2006 tiemaksujen kokeilu. (ibid.)

Tiemaksujen suunnittelu toteutettiin seudullisessa yhteistyöfoorumissa ja suunnittelussa otettiin mallia Lontoon tiemaksujärjestelmästä. Vuonna 2008 valmistunut suunnitelma ehdotti tiemaksuvyöhykkeen perustamista Kööpenhaminan keskustaan (kuva 10). Autoilijoita veloitettaisiin maksuvyöhykkeen vyöhykerajan läpiajosta eli tiemaksut veloittaisivat sekä keskustaan tulevasta ja poistuvasta liikenteestä. Tiemaksujen hinnaksi suunniteltiin 25 kruunua (noin 3 euroa) ruuhka-aikaan ja 10 kruunua (noin 1,5 euroa) ruuhkan ulkopuolisina aikoina. Tiemaksujen valvontateknologiaksi ehdotettiin automaattista kameravalvontaa (ANPR) tai GPS-transponderi-tarralla toimivaa teknologiaa, joka tunnistaisi ajoneuvon sen liikkeessä valvontapisteen ohi. (ibid.)



Kuva 11. Kööpenhaminan suunniteltu tiemaksuvyöhyke. (roadpricing.blogspot.com n.d.)

Hallitus tai hallituksen hyväksymä tiemaksuyhtiö toteuttaisi tiemaksujen keräyksen ja valvonnan. Tiemaksujen tuotot suunniteltiin ohjattaviksi Kööpenhaminan seudulle ja tuloja kohdennettaisiin erityisesti seudullisen joukkoliikenteen infrastruktuurin parannuksiin. Tuotoilla rahoitettaisiin mm. pikaraitiotiehankkeita, lisättäisiin lähijunien kapasiteettia ja tihennettäisiin vuorovälejä sekä rakennettaisiin uutta pyöräinfrastruktuuria. Ajatuksena oli, että joukkoliikenteen kapasiteettia lisättäisiin jo ennen tiemaksujen käyttöönottoa, jotta joukkoliikenne pystyisi vastaanottamaan uudet, kulkutapaansa vaihtavat, käyttäjät. Tiemaksujen arvioitiin vähentävän keskustan liikennemääriä jopa 23–30 %. Suunnitelman tarkoituksena oli kohdistaa tieliikenteeltä vapautuvaa tiekapasiteettia pyöräilyn ja joukkoliikenteen käyttöön. Vuonna 2009 ja 2010 tiemaksuvyöhykkeen suunnittelua jatkettiin, jolloin selvitettiin vyöhykkeen maantieteellistä sijoittelua ja vyöhykkeen vuoksi mahdollisesti tapahtuvaa spill over -liikennettä ulommille keskustaa kiertäville kehäteille. (ibid.)

Kööpenhaminan tiemaksujen suunnittelu kaatui lopulta alkuvuodesta 2012 poliittisen konsensuksen puutteeseen. Tiemaksujen kaatumiseen oli useita syitä. Ensimmäkin, vaa'ankieliasemassa ollut sosiaalidemokraattinen puolue päätyi lopulta vastustamaan maksujen käyttöönottoa kannatuksen laskun pelossa. Toiseksi, Kööpenhaminan kaupungin oma narratiivi tiemaksujen tavoitteista ja tarpeista vaihteli suunnittelun aikana, eikä tarpeita pystytty ilmaisemaan selkeästi potentiaalisille maksajille. Kolmanneksi, maksuvyöhykkeen maantieteellinen sijainti aiheutti pelkoja spill over -liikenteestä, joka kuormittaisi muuta tieverkkoa ja näitä huolia ei pystytty suunnittelussa hälventämään. Neljänneksi, tiemaksut herättivät pelkoja siitä, että maksut kohdistuvat epäreilusti pienituloisille autoilijoille ja tähän narratiiviin ei suunnittelussa oltu pystytty vastaamaan, mikä aiheutti eripuraa päättäjien kesken. (ibid.; Ministry of Transport 2018.)

3.1.6 Yhteenveto

Benchmark-osiossa tarkasteltiin käytössä olevia ja suunniteltuja tiemaksujärjestelmiä, niiden tavoitteita, toimeenpanoa ja vaikutuksia, sekä kokemuksia tieliikenteen muista rajoitusmekanismeista, kuten ympäristövyöhykkeistä. Kansainväliset esimerkit osoittavat monia yhteneväisyyksiä tiemaksujen toteutuksessa, mutta järjestelmien välillä on myös useita eroavuuksia. Yhteneväisyydet liittyvät erityisesti tiemaksujärjestelmien taustalla oleviin tavoitteisiin, järjestelmien toimintaperiaatteisiin, käytössä oleviin teknologioihin ja tiemaksujärjestelmien päätöksentekoprosessiin.

Tarkasteltujen kaupunkien tiemaksujärjestelmien tausta ja käyttöönottoon johtanut prosessi on ollut sidottu kunkin kaupungin:

- aiempiin esimerkkeihin tiemaksuista (esimerkiksi Göteborgissa tiemaksujärjestelmä oli helppompi toteuttaa, koska Tukholmassa järjestelmä oli otettu käyttöön menestyksekkäästi; Norjassa tienkäyttömaksut olivat olleet liikennejärjestelmän rahoitusmuoto jo vuosikymmeniä ennen kaupunkikohtaisten järjestelmien käyttöönottoa)
- hallinnolliseen järjestelmään (esimerkiksi Lontoon pormestari malli takaa sen, että pormestari on laajat valtaoikeudet toteuttaa merkittäviä toimenpiteitä mandaattinsa avulla)
- ajankohtaiseen poliittiseen tilanteeseen eli kaupungeissa käytävään laajempaan julkiseen keskusteluun tiemaksuista ja niiden tavoitteista.

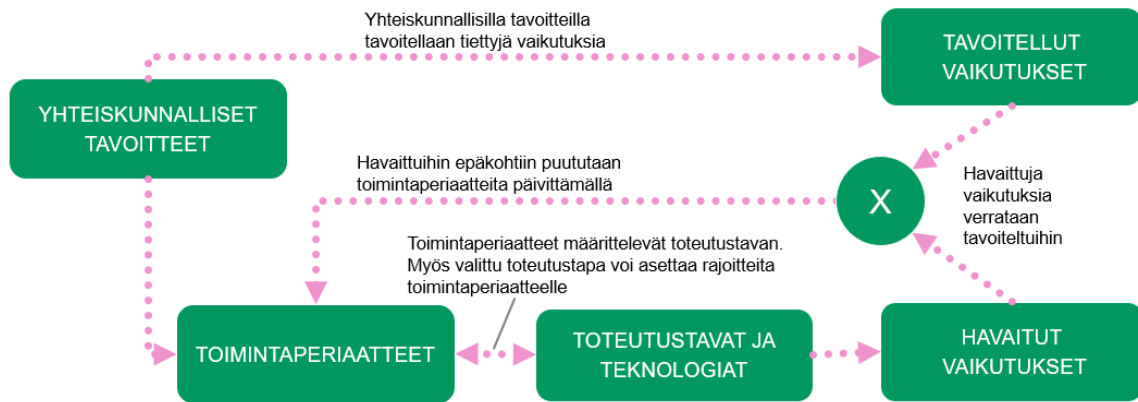
Kaikissa esimerkkikaupungeissa tiemaksujen taustalla on ollut **laajempia yhteiskunnallisia tavoitteita**, joiden saavuttamiseksi tiemaksut on nähty tehokkaimpana toimenpiteenä. Järjestelmät ovat olleet tavoitteineen ja toimintaperiaatteineen muuntojoustavia: kaupunkien tiemaksujärjestelmiä on pystytty muokkaamaan muuttuvien poliittisten tavoitteiden myötä. Esimerkiksi lähipäästöjen ja kasvihuonekaasupäästöjen hillintä on noussut tavoitteeksi vasta viimeisen kymmenen vuoden aikana, mikä on näkynyt sekä tiemaksujen toimintaperiaatteiden muutoksissa että kaupunkien ympäristövyöhykkeiden yleistymisessä. Tarkasteluun valituissa kaupungeissa tunnistettuja laajempia yhteiskunnallisia tavoitteita tiemaksujärjestelmien taustalla ovat:

- Rahoitustuottojen kerääminen eli liikennejärjestelmän rahoittaminen tiemaksutuotoilla.
- Liikennejärjestelmän toimivuus eli mm. ruuhkautuvuuden vähentäminen.
- Lähipäästöjen hillintä.
- Kasvihuonekaasupäästöjen hillintä.

Tarkastelluissa kaupungeissa tiemaksut ovat myös mahdollistaneet tavoitteiden saavuttamisen: Lontoossa tiemaksujen käyttöönotolla tavoiteltiin aluksi liikennejärjestelmän toimivuutta, mikä toteutui, kun ruuhkaisuus keskustassa väheni jopa 30 %. Osllossa ja Trondheimissa tavoiteltiin rahoitustuottojen keräämistä, mikä on onnistunut ja minkä avulla on saatu toteutettua suuri määrä liikennejärjestelmän kehittämishankkeita. *Tiemaksut ovat siten olleet tehokas toimenpide laajempien yhteiskunnallisten tavoitteiden saavuttamiseksi.*

Tarkasteltujen kaupunkien tiemaksujärjestelmien käyttöönottoprosessin ja järjestelmien toimintaperiaatteiden, teknologioiden ja vaikutusten perusteella voidaan sanoa, että tiemaksujärjestelmien suunnittelussa tiemaksujen taustalla olevat yhteiskunnalliset tavoitteet ovat suurimpia järjestelmiä määrittäviä tekijöitä. Tavoitteet johtavat suunnittelua ja vaikuttavat siten tiemaksujärjestelmien toimintaperiaatteisiin, jotka määrittävät sen, millaisia erilaisia toteutustapoja järjestelmään valitaan. Toimintaperiaatteet määrittävät, minkälainen valvonta- ja maksuteknologia järjestelmälle tarvitaan.

Järjestelmien taustalla olevat tavoitteet ohjaavat myös sitä, minkälaisia vaikutuksia tiemaksujärjestelmällä halutaan olevan ja mitä ne tulevat olemaan.



Kuva 12. Tiemaksujen taustalla olevat yhteiskunnalliset tavoitteet ovat ohjanneet järjestelmien toimintaperiaatteita, toteutustapoja ja teknologiavalintoja sekä mahdollistaneet tiemaksujen tavoitellut vaikutukset. Tavoitteilla saavutetaan siten haluttuja vaikutuksia.

3.2 Toimintaperiaatteiden eri toteutustavat

Esimerkkikaupunkien tarkastellut tiemaksujärjestelmät on järjestetty vyöhykepohjaisen porttimallin mukaisesti, mutta tästä huolimatta järjestelmien toimintaperiaatteissa on eroja. Benchmark-tarkastelun ja muun taustakirjallisuuden perusteella tunnistettiin seuraavia tiemaksujärjestelmiin liittyviä toimintaperiaatteita, joilla on vaihtoehtoisia toteutustapoja:

- Maksujen kohdistaminen ruuhkauippuihin.
- Maksujen kohdistaminen ajoneuvojen päästöjen mukaan.
- Maksujen kohdistaminen ajosuoritteeseen.
- Käyttäjien etukäteisrekisteröinti.

3.2.1 Maksujen kohdistuminen ruuhkauippuihin

Maksujen kohdistuminen ruuhkauippuihin -toimintaperiaatteella tavoitellaan liikennejärjestelmän toimivuuden lisäämistä, sillä se liittyy olennaisesti tieliikenteen ruuhkautumisen hillintään. Toimintaperiaatteella pyritään tehostamaan liikenneverkon välityskykyä ja optimoimaan tieliikenteen määriä (ajon/h) nimenomaan ruuhka-aikoina. Tälle toimintaperiaatteelle on kaksi vaihtoehtoista toteutustapaa: kellonajan ja viikonpäivän mukaan muuttuva maksu tai kiinteä maksu ympäri vuorokauden.

Kellonajan ja viikonpäivän mukaan muuttuva maksu tähtää nimenomaan ruuhkauippujen tasaamiseen. Toteutustapaa on hyödynnetty Göteborgissa, Osllossa ja Trondheimissa. Korkeampi tiemaksu ruuhka-aikana ohjaa autoilijoita etsimään vaihtoehtoisia kulkutapoja tai ajoittamaan matkansa ruuhkan ulkopuolisiin aikoihin. Maksut on mahdollista asettaa tasolle, jolla ne optimoivat liikenneverkon välityskykyä, sillä ruuhkatilanteessa nopeudet laskevat ja liikennemäärät laskevat

usein alle vakaiden olosuhteiden välityskyvyn. Liikenneverkon välityskyvyn kannalta tehokkainta olisi asettaa hinnat dynaamisesti siten, että ne reagoisivat kysyntään reaaliaikaisesti. Dynaamisesti asetettavaan maksuihin liittyy kuitenkin haasteita esimerkiksi viestinnällisesti ja oikeudenmukaisuuden kokemuksen kautta.

Toteutustavan kautta tienkäyttäjälle aiheutuvat kustannukset ovat matalammat ruuhkan ulkopuoliseen aikaan, jolloin vaihtoehtoisia kulkutapoja, kuten joukkoliikennettä, ei ole yhtä helposti saatavilla. Korkeampi hinta ruuhka-aikaan siten tehostaa ruuhkan vähentämistä, mutta samalla mahdollistaa liikkumisen suhteellisesti pienemmällä maksulla ruuhkan ulkopuoliseen aikaan niille, joille vaihtoehtoisten kulkumuotojen käyttäminen on syystä tai toisesta hankalaa.

Kiinteä maksu ympäri vuorokauden -toteutustavalla pyritään yhtä lailla tehostamaan tieverkon käyttöä, mutta se kohdistuu eri tavoin verrattuna aiempaan toteutustapaan, jossa ruuhka-ajan hinnat ovat korkeammat. Kiinteä maksu ympäri vuorokauden -toteutustapa on käytössä Lontoossa⁵. Toteutustapa tehostaa liikenneverkon käyttöä ja vähentää ruuhkaisuutta, mutta koska maksu on sama koko vuorokauden, eivät vaikutukset kohdistu juuri ruuhka-ajan liikenteen vähentämiseen, vaan liikenteen vähentämiseen kaiken kaikkiaan. Näin ollen toteutustapa vähentää liikennettä, mutta ei kohdista vaikutuksia ruuhka-aikaan.

Kiinteällä vuorokausimaksulla on yksinkertaisuutensa kautta merkittäviä viestinnällisiä etuja vaihtoehtoiseen toteutustapaan nähden, sillä kiinteä maksu on helpompia viestiä sekä asukkaille että kaupunkiin ulkopuolelta saapuville autoilijoille, kuten matkailijoille tai raskaalle liikenteelle. Kiinteä vuorokausimaksu vähentää ajosuoritetta vuorokausitasolla, mikä vaikuttaa tehokkaasti kasvihuonekaasu- ja lähipäästöjen vähenemiseen. Kiinteä vuorokausimaksu voi olla ansiotuloihin nähden regressiivinen eli se saattaa kohdistua voimakkaasti mm. vuorotyötä tekeviin ja yöaikana liikkuviin, koska kiinteä maksu ei mahdollista liikkumista suhteellisesti pienemmällä hinnalla ruuhkan ulkopuoliseen aikaan.

3.2.2 Maksujen kohdistuminen ajoneuvojen päästöjen mukaan

Tiemaksuilla tavoitellaan nykyisin yhä enemmän myös tieliikenteen kasvihuonekaasu- ja lähipäästöjen vähentämistä ja useiden tiemaksujärjestelmien toimintaperiaatteena on maksujen kohdistuminen ajoneuvojen päästöjen mukaan. Toiminta on usein järjestetty siten, että henkilöautoliikenteen ja raskaan liikenteen päästömäärien erot huomioidaan hinnoittelussa. Toimintaperiaatteella on kaksi vaihtoehtoista toteutustapaa: päästöluokan ja käyttövoiman mukaan vaihtuva maksu tai kiinteä maksu kaikille ajoneuvoille.

Päästöluokan ja käyttövoiman mukaan vaihtuva maksu -toteutustapa on käytössä Oslossa, Trondheimissa ja Lontoossa. Toteutustavan mukaisesti tiemaksujärjestelmissä on eri hinnoittelu sähkö-, vety-, bensiini- ja dieselkäyttöisille ajoneuvoille. Lisäksi järjestelmissä on eri hinnat eri Euro-päästöluokille. Jotta toteutustavalla hillittäisiin sekä lähi- että kasvihuonekaasupäästöjä, on hinnoittelussa huomioitava sekä Euro-päästöluokat että eri käyttövoimat. Euro-päästöluokakohtaisilla maksuilla rajoitetaan liikenteen terveydelle haitallisia pakokaasupäästöjä eli lähipäästöjä, mutta ei

⁵ Lontoossakin kiinteä maksu on voimassa klo 7-18 arkipäivisin.

kasvihuonekaasupäästöjä, sillä kasvihuonekaasupäästöjen erot päästöluokkien välillä ovat vähäisiä. Erillinen hinnoittelu eri käyttövoimille kohdistuu sen sijaan sekä kasvihuonekaasupäästöihin että lähipäästöihin, koska sähkö- ja vetykäyttöiset ajoneuvot eivät tuota poltosta johtuvia päästöjä.

Hinnoittelussa huomioidaan raskaan liikenteen ja henkilöautoliikenteen erot päästömäärissä. Raskaan liikenteen päästöt ovat aina henkilöautoliikenteen päästöjä suuremmat ajoneuvojen koon ja painon vuoksi. Tästä johtuen hinnoittelu raskaalle liikenteelle on usein korkeampi kuin henkilöautoliikenteelle. Useimmiten raskaan liikenteen hinnoittelu on järjestetty siten, että yli 3500 kg painavat ajoneuvot maksavat raskaalle liikenteelle tarkoitetun korkeamman maksun.

Päästöluokan ja käyttövoiman mukaan vaihtuva maksu ohjaa ajoneuvokannan ja ajoneuvojen käyttövoiman uudistumiseen, koska käyttäjillä on kannustimia vaihtaa ajoneuvonsa uudempaan, vähäpäästöisempään, ajoneuvoon. Ajoneuvokannan uudistumisen myötä toteutustapa vaikuttaa tehokkaasti kasvihuonekaasu- ja lähipäästöjen vähenemiseen, tosin lähipäästöjen pitoisuuksiin ja keskitymiin toteutustavalla ei ole selkeää vaikutusta. Päästöjen vähenemisen myötä toteutustapa edistää ekologista kestävyyttä.

Toteutustapaa on kritisoitu regressiivisyydestä, sillä se kohdistuu suhteellisesti voimakkaimmin pienituloisiin. Korkean päästöluokan ajoneuvot ja sähkö- ja vetyautot ovat kalliimpia kuin vanhat ja fossiililla polttoaineilla kulkevat ajoneuvot. Pienituloisilla ei usein ole mahdollisuutta ajaa uudella kallustolla, minkä johdosta fossiilisten polttoaineiden ja päästöluokan mukaan toteutuva korkeampi hinnoittelu kohdistuu etenkin heihin. Näin ollen kyseinen toteutustapa ei välttämättä palvele sosiaalista kestävyttä. Tätä on kuitenkin joissakin kaupungeissa, kuten Osllossa, pyritty lieventämään romutuspalkkioilla, jotka voi investoida esimerkiksi korkeamman päästöluokan ajoneuvoon.

Vaihtoehtoisesti tiemaksut voidaan toteuttaa *kaikille ajoneuvoille samalla kiinteällä maksulla*. Toteutustapa ei kohdistu erityisesti kasvihuonekaasu- ja lähipäästöjen vähentämiseen, eikä siten vähennä päästöjä ajoneuvokannan uudistumisen edistämisen vuoksi, mutta hillitsee päästöjä ajosuoritteiden hillinnän kautta.

Toteutustapa hillitsee liikennemääriä ja ruuhkautumista tehokkaammin kuin päästöluokan mukaan tapahtuva hinnoittelu. Vaikka esimerkiksi täyssähköautot ovat päästöttömiä, ne aiheuttavat yhtä lailla ruuhkaa kuin fossiililla polttoaineilla kulkevat ajoneuvot. Koska maksu on kaikille sama, rajotukset ja tieliikenteen hillintä kohdistuu samalla tavalla myös uudempiin ja päästöttömiin autoihin. Toteutustavalla on myös viestinnällisiä etuja eri hintaluokkien toteutustapaan verrattuna, koska kiinteä maksu on helpompi viestiä sekä asukkaille että kaupunkiin ulkopuolelta ajaville, kuten raskaalle liikenteelle.

3.2.3 Maksujen kohdistuminen ajosuoritteeseen

Tiemaksuilla tavoitellaan usein ajosuoritteiden vähentämistä ja tiemaksujen yhtenä toimintaperiaatteena on ajosuoritteeseen hillintä. Toimintaperiaatteella on kaksi vaihtoehtoista toteutustapaa, jotka liittyvät olennaisesti tiemaksujen valvonnan ja hinnoittelun järjestämiseen: kilometripohjainen ja porttimallipohjainen.

Kilometripohjaisella valvonnan ja hinnoittelun toteutustavalla tarkoitetaan sellaista tiemaksujärjestelmää, jolla valvotaan ajosuoritteiden toteutumaa ja jossa tiemaksun suuruus perustuu ajettuun

matkanpituuteen. Valvonta ja hinnoittelu voidaan toteuttaa esimerkiksi GPS-paikantimella, jolloin kilometrisuorite ja tiemaksun matkaan perustuva hinta rekisteröityvät ajoneuvon tai kuljettajan GPS-laitteen avulla, tai fyysisillä tienvarsilla sijaitsevilla valvontapisteillä, jotka rekisteröivät ajettua matkaa auton ajaessa valvontapisteen ohi. Fyysisten valvontapisteiden käyttö kilometripohjaisen valvontajärjestelmän mahdollistamiseksi vaatii merkittävää panostusta tienvarsilla sijaitsevaan valvontalaitteistoon, sillä valvontapisteitä tulee olla hyvin paljon, jotta kaikkien autojen suorite tulee rekisteröidyksi.

Kilometripohjainen toteutustapa vähentää kasvihuonekaasupäästöjä hyvin tehokkaasti, koska toteutustapa hillitsee nimenomaan kilometrisuoritetta, joka korreloi vahvasti kasvihuonekaasupäästöjen määrien kanssa. Samalla toteutustapa vähentää myös tieverkon ruuhkaisuutta. Toteutustapa mahdollistaa hinnoittelun ja valvonnan ketterän mukautuvuuden (etenkin jos toteutus tehdään GPS-paikantimien avulla, mutta myös fyysisten valvontapisteiden myötä). Esimerkiksi hinnoittelua voitaisiin kohdentaa tarvittaessa paikallisesti, jos tieverkon tietty osa on erityisen ruuhkautunut. Kilometripohjaista toteutustapaa ei ole vielä käyttöön otettu kansainvälisesti, mutta Singapore suunnittelee ja on aikeissa implementoida järjestelmän vuoden 2020 aikana. Lisäksi hieman samankaltaista järjestelmää on hyödynnetty raskaan liikenteen hinnoittelussa Saksassa (Zabic 2011). Kilometripohjaisen järjestelmän etu on, että järjestelmä ei sinänsä vaadi toimiakseen minkäänlaista maantieteellistä aluetta, vaan ajosuoritteen hinnoittelu voidaan teoriassa toteuttaa missä vain.

Porttimallipohjainen valvonnan ja hinnoittelun toteutustapa on käytössä hyvin laajalti, mm. Oslossa, Trondheimissa, Lontoossa ja Göteborgissa. Porttimallipohjainen valvonta ja veloittava tiemaksu rekisteröityy auton ajaessa tiemaksun valvontapisteen ohi vyöhykkeelle, vyöhykkeen sisällä tai vyöhykkeeltä pois. Toteutustapaan hyödynnetään useimmiten joko mikroaaltopohjaista teknologiaa (DSRC) tai automaattisen kameravalvonnan teknologiaa (ANPR). Toteutustapa vähentää tehokkaasti ruuhkaisuutta ja tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjä, kuten benchmark-kaupunkien esimerkit ovat osoittaneet. Porttimallilla on erityisesti pyritty rajoittamaan tietyn maantieteellisen vyöhykkeen tieliikennettä joko niin, että vyöhykerajan ylittämisestä veloitetaan (Göteborg) tai niin, että vyöhykkeen sisällä tehtävästä ajosta veloitetaan (Lontoo).

Toteutustapa ei oletettavasti kuitenkaan ole aivan yhtä tehokas ruuhkan tai päästöjen vähentämisessä kuin suoraan ajosuoritteeseen kohdistuva kilometripohjainen toteutustapa käytännössä voisi olla, sillä porttimallissa valvontapisteitä on usein vain vyöhykkeiden rajalla ja toisinaan myös vyöhykkeen sisällä. Kuten aiemmin mainittiin, kilometripohjainen järjestelmä voidaan myös järjestää teoriassa fyysisten valvontapisteiden avulla, joita käytetään porttimallissa, mutta ajosuoritteen rekisteröintiin tarvittavan tienvarsilaitteiston kustannukset olisivat luultavasti merkittävät, koska laitteita rekisteröintiin tarvittaisiin todella paljon. Porttimallin merkittävä etu kilometripohjaiseen toteutustapaan verrattuna on se, että se on laajasti käytössä nykyisissä kansainvälisissä tiemaksujärjestelmissä, joten toteutustavat on vuosien varrella kehittyneet ja tarjolla on tietoa parhaista käytännöistä. Lisäksi porttimallipohjainen järjestelmä on teknisesti helpommin toteutettavissa.

3.2.4 Käyttäjien etukäteisrekisteröinti

Benchmark-tarkastelussa tunnistettiin, että kaikki tarkastellut tiemaksujärjestelmät hyödyntävät toimintaperiaatteenaan käyttäjien etukäteisrekisteröintiä, joka liittyy tiemaksujen valvonnan ja itse maksun rekisteröinnin järjestämiseen. Seuraavassa tarkastellaan ajoneuvojen etukäteisrekisteröinnin hyviä ja huonoja puolia.

Etukäteisrekisteröinti helpottaa autojen tunnistamista ja on jopa välttämätöntä, jos tiemaksujärjestelmä hyödyntää mikroaaltopohjaista tunnistusteknologiaa ja tunnistaminen vaatii laitteiston tai transponderi-tarran asettamista autoon (tarkemmin kohdassa 3.1). Etukäteisrekisteröinti mahdollistaa maksujen toimittamisen yksinkertaisesti, kuten suoraveloituksena tai nettipankin maksujärjestelmän avulla. Etukäteisrekisteröinti mahdollistaa myös päästöluokkiin tai käyttövoimaan perustuvan hinnoittelun, sillä käyttäjä ajoneuvon rekisteröidessään voi samalla rekisteröidä ajoneuvon käyttövoiman ja päästöluokan, joka tarkistetaan tiemaksujen taustajärjestelmässä. Useat kaupungit ovat eri tavoin pyrkineet edistämään käyttäjien ja ajoneuvojen etukäteisrekisteröintiä mm. siten, että rekisteröityneiden ajoneuvojen tiemaksu on hieman matalampi (kuten Lontoossa).

Etukäteisrekisteröinti hankaloittaa kuitenkin satunnaista käyttäjää mm. korkeampien tiemaksujen hintojen tai maksamisen vaikeuksien myötä (esimerkiksi matkailijoille tiemaksu usein lähetetään fyysisenä laskuna). Lisäksi etukäteisrekisteröintiin täysin perustuvat valvontamenetelmät (kuten mikroaaltopohjainen tunnistautuminen) vaativat toimiakseen lisävalvontaa, kuten kameravalvonnan, jotta järjestelmään rekisteröimättömät ajoneuvot tunnistetaan ja niille voidaan kohdistaa rangaistusmaksu.

4 Tiemaksujärjestelmän mahdollistavat teknologiat

Tarkasteltujen kaupunkien tiemaksujärjestelmien valvonta on pääasiassa toteutettu kahdella teknologialla, joko automaattisen kameravalvonnan avulla (ANPR) tai mikroaaltopohjaista teknologiaa hyödyntävien transponderi-tarrojen avulla (DSRC), mutta teknologioita on olemassa myös muita vaihtoehtoja. Teknologiat itsessään mahdollistavat tiettyjä toimintoja, mutta eivät ole esteenä toimintojen valinnoille. Kaikki käsitellyt teknologiat mahdollistavat maksujen keräämisen ja valvonnan ilman, että ajoneuvot pitäisi pysäyttää tarkastuspisteillä.

Tässä luvussa on esitetty tunnistetut tiemaksujen valvontaan soveltuvat teknologiat, jotka ovat

1. Mikroaaltopohjainen teknologia (DSRC)
2. Automaattinen rekisterikilven tunnistus (ANPR)
3. Satelliittipaikannus (GNSS)
4. Mobiilisovellukseen perustuva seuranta.

EU-tasolla kansallisten järjestelmien yhteentoimivuutta säädellään EETS-direktiivillä. Direktiivin tarkoituksena on tehostaa EU:n sähköisiä tiemaksuja edistämällä tietullijärjestelmien yhteentoimivuutta sekä luomalla oikeusperusta rajat ylittävälle tiedonvaihdolle, joka koskee ajoneuvoja, joiden osalta tiemaksu on laiminlyöty, ja niiden omistajia tai haltijoita. Direktiiviä ei sovelleta muihin kuin sähköisiin tietullijärjestelmiin eikä pieniin, yksinomaan paikallisiin tietullijärjestelmiin, joissa kustannukset olisivat suhteettoman korkeat hyötyihin nähden. (EUR-Lex 2020.)

4.1 Mikroaaltopohjainen (DSRC)

DSRC (Dedicated Short Range Communication) on ajoneuvojen ja infrastruktuurin (V2I) ja ajoneuvojen välisen (V2V) langattomaan tiedonsiirtoon suunniteltu teknologia. Tiedonsiirto tapahtuu useimmiten 5,8–5,9 GHz mikroaaltotaajuudella, mutta käytössä on myös vastaavia RFID- tai infrapunateknologiaa käyttäviä järjestelmiä.

Ajoneuvojen tunnistus perustuu ajoneuvoon asennettavaan transponderiin (OBU, on-board unit), jonka tunnistetiedot tienvarteen asennettava laitteisto (RSE, road side equipment) lukee. Radioteknologiaa hyödyntävänä DSRC ei ole herkkä ympäristön sää- tai valaistusolosuhteille. Muihin valvontateknologioihin verrattuna DSRC tarjoaakin hyvin luotettavan tavan tunnistaa transponderilla varustetut ajoneuvot.



Kuva 13. Tiemaksujen valvontaan käytettävä tienvarsilaitteisto (RSE) Trondheimissa. Laitteisto sisältää sekä DSRC- että ANPR-järjestelmien laitteiston (Fjellby 2013).

DSRC-pohjainen valvontajärjestelmä ei yksinään kykene tunnistamaan ajoneuvoja, joihin ei ole asennettu vaadittua transponderia. Täten järjestelmä käytännössä aina vaatii rinnalleen toisen valvontajärjestelmän – yleensä kamerapohjaisen automaattisen rekisterikilventunnistuksen (ANPR).

4.2 Automaattinen rekisterikilven tunnistus (ANPR)

ANPR-teknologiaan pohjautuva valvonta järjestelmä tunnistaa valvontapisteen ohittavat ajoneuvot kameroiden ja konenäköön pohjautuvan automaattisen rekisterikilven tunnistuksen avulla. Tunnistustarkkuuden parantamiseksi valvontapisteissä on yleensä useampia kameroita, jotka kuvaavat ajoneuvot sekä edestä että takaa.

Järjestelmän tunnistustarkkuus ei ole yhtä hyvä kuin ajoneuvolaitteistoihin perustuvat järjestelmät. Tunnistustarkkuuteen vaikuttavat mm. sääolosuhteet kuten sade, lumisade tai sumu, sekä vaihtelevat valaistusolosuhteet. Lisäksi likaiset tai lumenpeitossa olevat rekisterikilvet vaikeuttavat tunnistamista.

Koska järjestelmä ei edellytä lakisääteisten rekisteritunnusten lisäksi muuta autoon asennettavaa laitteistoa, se kykenee valvomaan kaikkea valvontapisteen ohittavaa ajoneuvoliikennettä. Tästä syystä ANPR-järjestelmiä käytetään laajasti muiden valvontajärjestelmien rinnalla tunnistamaan ajoneuvot, joihin ei ole asennettu maksuvyöhykkeen vaatimaa laitteistoa.

Tunnistusvirheet aiheuttavat taloudellisia tappioita järjestelmän ylläpidossa. Maksuun veloitettujen ajoneuvojen tunnistamatta jääminen aiheuttaa menetettyjä maksutuloja. Merkittävä kuluerä voi olla

myös reklamaatioiden käsittely tilanteissa, joissa virheellisen rekisterikilventunnistuksen tai virheellisten yhteystietojen takia laskut lähetetään väärälle henkilölle.

Tekniikan kehittyessä ja tunnistustarkkuuden parantuessa ANPR-järjestelmiä on otettu yhä enemmän käyttöön vyöhykkeen ainoana valvontateknologiana. Tällöin yhdellä järjestelmällä voidaan valvoa kaikkea liikennettä ja vältetään ajoneuvolaitteistojen ylläpito. Maksujen kohdentaminen ajoneuvon haltijalle tai omistajalle on mahdollista ajoneuvorekisterin pohjalta, vaikkakin esimerkiksi ulkomaisten tai yrityksille rekisteröityjen ajoneuvojen osalta se ei aina ole yksiselitteistä. Vaikka järjestelmä ei vaadi vyöhykkeelle tulevien ajoneuvojen etukäteisrekisteröintiä, on se useimmissa kaupungeissa ollut mahdollista tunnistamisen ja laskutuksen helpottamiseksi. Etukäteisrekisteröinnin käyttöä on mahdollista tukea tarjoamalla edullisemmat maksut järjestelmään rekisteröidyille ajoneuvoille.

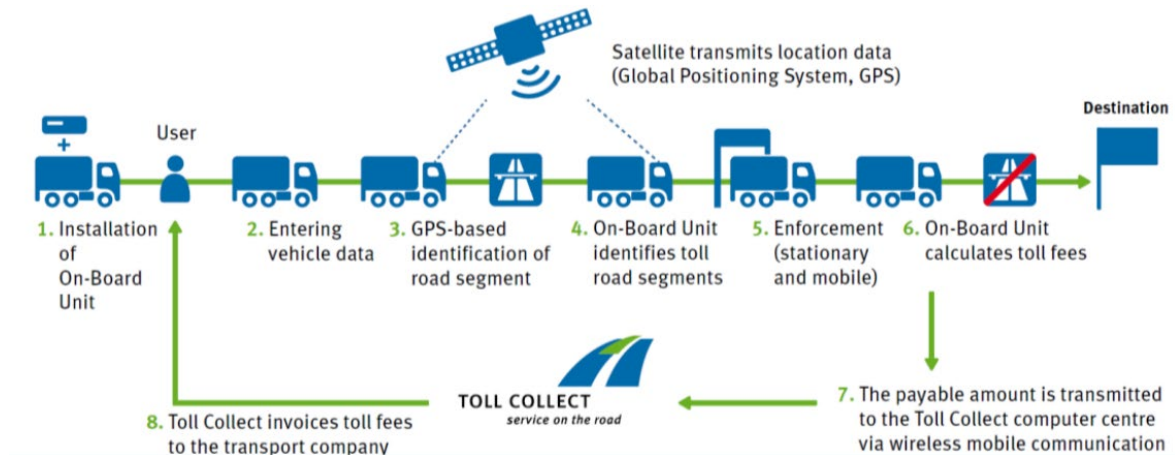
4.3 Satelliittipaikannukseen perustuva (GNSS)

GNSS-pohjaiset valvontajärjestelmät perustuvat ajoneuvojen ja ajosuoritteen seurantaan ajoneuvon asennetun satelliittipaikantimen avulla. Ajoneuvon asennettu laitteisto (OBU) sisältää GNSS-vastaanottimen ja kykenee välittämään keräämänsä tiedot eteenpäin keskusjärjestelmään (CS) mobiiliverkkoyhteyden välityksellä. Toteutustavan mukaan laitteisto voi lähettää keskusjärjestelmälle joko ajoneuvon tarkan reitin tai vain laskutuksen kannalta oleelliset tiedot. Rajaamalla välitetyn ja tallennetun tiedon määrää, voidaan tienkäyttäjien yksityisyyden suojaa parantaa sekä vähentää järjestelmään liittyviä tietoturvariskejä.

Paikannustarkkuuden ja luotettavuuden parantamiseksi GNSS-vastaanottimet voivat hyödyntää yhtäaikaaisesti useita rinnakkaisia eri maiden hallinnoimia maailmanlaajuisia satelliittipaikannusjärjestelmiä kuten GPS (USA), GLONASS (Venäjä), BeiDou (Kiina) ja Galileo (EU).

Järjestelmän etuna on mahdollisuus ajosuoritteen tarkkaan seurantaan sekä mahdollisuus skaalata tiemaksujärjestelmää maantieteellisesti laajemmalle alueelle. Koska järjestelmä ei ole yhtä riippuvainen valvontapisteistä kuin useat muut valvontateknologiat, on se mahdollista ottaa käyttöön hyvinkin laajalla alueella, eivätkä järjestelmän investointi- ja ylläpitokustannukset ole yhtä riippuvaisia maksuvyöhykkeen laajuudesta tai tieverkosta.

DSRC-järjestelmän tavoin GNSS-pohjainen valvonta pohjautuu ajoneuvoihin asennetun laitteiston seurantaan eikä täten kykene tunnistamaan ajoneuvoja, jossa kyseistä laitteistoa ei ole. Tästä syystä myös tämä järjestelmä vaatii yleensä rinnalleen kamerapohjaisen ajoneuvojen seurannan.



Kuva 14. Havainnekuva satelliittipaikannuksen hyödyntämisestä raskaan liikenteen ajosuoritteen seuranta Saksan moottoritieverkolla (Toll Collect n.d.).

4.4 Mobiilisovellukseen perustuva seuranta

Mobiilisovelluksia on hyödynnetty tiemaksujärjestelmissä maksujen ja tilin hallintaan. Esimerkkinä tästä on muun muassa Transport for Londonin *Pay to drive in London App*. -sovellus, jolla on mahdollista mm. suorittaa vyöhykkeeseen liittyvät maksut, tarkistaa maksuvyöhykkeet rajat sekä hallita omaa asiakkuustiliään tiemaksujärjestelmässä.

Teknisesti sovelluksella olisi mahdollista toteuttaa myös GNSS-tyyppisen ajosuoritteen seuranta hyödyntäen puhelimen GNSS-vastaanotinta ja mobiilidatayhteyttä. Kappaleessa 4.3 esitettyyn valvontajärjestelmään nähden etuna olisi jossakin määrin yksinkertaisempi käyttöönotto sekä edullisempi laitteisto. Käytännössä autoilijoiden omien puhelimien hyödyntäminen seurantaan voi kuitenkin olla ongelmallista erilaisten päätelaitteiden ja niiden käyttöön liittyvien haasteiden vuoksi. Laitteiden paikannustarkkuus ja tiedonsiirron luotettavuus voivat vaihdella merkittävästi eri puhelinmallien ja niiden käyttötavan (mm. puhelimen sijainti autossa) mukaan. Lisäksi erilaisten käyttäjävirheiden ja väärinkäytösten mahdollisuus on suuri.

Autoliikenteessä mobiilisovelluspohjaisia maksujärjestelmiä on käytetty muun muassa maksualueen tunnistamiseen satelliittipaikannuksen avulla, pysäköintimaksujen suorittamiseen ja sekä jossakin määrin ajosuoritteen ja reitin seurantaan Uberin ja Lyftin tyyppisten liikkumispalveluiden osalta.

DSRC- ja GNSS-pohjaisten järjestelmien tavoin teknologia ei sovellu ainoaksi tiemaksuvyöhykkeen valvontamenetelmäksi. Ajoneuvojen, jotka liikkuvat alueella ilman toimivaa sovellusta, tunnistamiseen tarvitaan lisäksi esimerkiksi kamerapohjainen valvontajärjestelmä. Nykytilanteessa mobiilisovellukset voivat olla merkittävä tapa helpottaa maksujen suorittamista ja tarjota lisätietoja autoilijoille, mutta valvonta ei voi perustua yksin niihin.

4.5 Yhteenveto

Tunnistetut tiemaksujen valvontaan soveltuvat käytössä olevat ja näköpiirissä olevat teknologiat ovat mikroaaltopohjainen teknologia (DSRC), automaattinen rekisterikilven tunnistus (ANPR), satelliittipaikannus (GNSS) ja mobiilisovellukseen perustuva seuranta.

Tunnistetut teknologiat eroavat toisistaan sen mukaan, sopivatko ne ainoaksi valvontateknologiaksi, edellyttävätkö ne etukäteisrekisteröintiä, soveltuvatko ne eri sääolosuhteisiin ja mikä niiden luotettavuus on, soveltuvatko ne ajosuorituksen seurantaan tai laajalle alueelle sekä yleisyytensä osalta. Teknologioiden yhteneväisyyksiä ja eroja on esitetty kuvassa 15.

Tunnistetut teknologiat ovat toisiaan tukevia. Teknologioista ainoastaan rekisterikilven tunnistus toimii yksinään ainoana valvontateknologiana.

Tunnistetut vaikutukset	Toimivuus ainoana valvontateknologiana	Mahdollista ilman etukäteisrekisteröintiä	Luotettava tunnistus kaikissa olosuhteissa	Sopii ajosuorituksen seurantaan	Soveltuu maantieteellisesti laajalle alueelle	Yleisesti käytetty teknologia
Mikroaaltopohjainen				Vaatii useita valvontapisteitä	Kustannukset kasvavat alueen laajetessa	
Rekisterikilven tunnistus			mm. sääolosuhteet saattavat vaikeuttaa tunnistamista	Vaatii useita valvontapisteitä	Kustannukset kasvavat alueen laajetessa	
Satelliittipaikannus						Pilotteja, käytössä raskaan liikenteen ajoseurantaan
Mobiilisovellus		Ei vaadi erillistä laitteistoa ajoneuvoon, mutta sovelluksen asennuksen	Päätelaitteisiin ja käyttöön liittyvät virheet todennäköisiä			

Kuva 15. Tiemaksujärjestelmien teknologioiden yhteneväisyydet ja erot.

5 Vaikutusarvioinnin kehittämistarpeet

Seuraavassa osiossa tunnistetaan, miten vaikutusarviointimenetelmiä ja tietovarantoja tulisi Helsingin seudulla kehittää tukemaan tiemaksujen suunnittelua ja vaikutusarviointia, jotta tiemaksujen vaikutuksia voidaan tutkia. Osiossa tarkastellaan, miten nykyisin käytössä olevat arviointimenetelmät soveltuvat tiemaksujärjestelmien arviointiin, mitä uusia menetelmiä tulisi ottaa käyttöön ja mitä lähtötietoja se vaatisi. Vaikutusarviointimenetelmien osalta huomioidaan Helsingin seudun MAL 2019 -suunnitelman laadinnassa käytetty arviointikehikko. Kuvassa 16 on esitetty tunnistetut vaikutuslajit jäsennehtynä MAL 2019 -tavoitteiden mukaisesti. Vaikutusten tunnistamisessa on huomioitu benchmark-kaupungeissa havaitut vaikutukset sekä HSL:n selvitys liikenteen sosiaalisista vaikutuksista Helsingin seudulla (Pakkanen n.d.).

Vaikutusarvioinnin kehittämisen tarkastelut on jaoteltu vaikutuksittain seuraavasti:

1. Kasvihuonekaasupäästöt
2. Lähipäästöt
3. Liikennejärjestelmän toimivuus
4. Kulkutavanvalinta
5. Lähtöajan valinta
6. Yleissaavutettavuus
7. Lähisaavutettavuus
8. Autonomistus
9. Seudun kilpailukyky ja vetovoima
10. Liikennejärjestelmän rahoitus
11. Maankäyttö
12. Kuljetukset ja logistiikka
13. Liikenneturvallisuus
14. Vaikutusten jakautuminen väestöryhmille.



Kuva 16. Tiemaksujen tunnistetut vaikutuslajit MAL 2019 -tavoitteiden mukaisesti jäsennehtynä.

Tiemaksujärjestelmien vaikutusten jakautuminen, vaikuttavuus ja laajuus on sidottu suurelta osin tiemaksutuottojen käyttöön ja kohdentamiseen. Tuottojen kohdentaminen saattaa esimerkiksi lieventää tai kasvattaa tiemaksujärjestelmien vaikutuksia. Seuraavassa osiossa ei tarkastella tuottojen kohdentamisen vaikutuksia eri vaikutuslajien osalta, mutta selvityksessä on tunnistettu tuottojen kohdentamisen merkittävyys tiemaksujärjestelmien vaikutusten näkökulmasta.

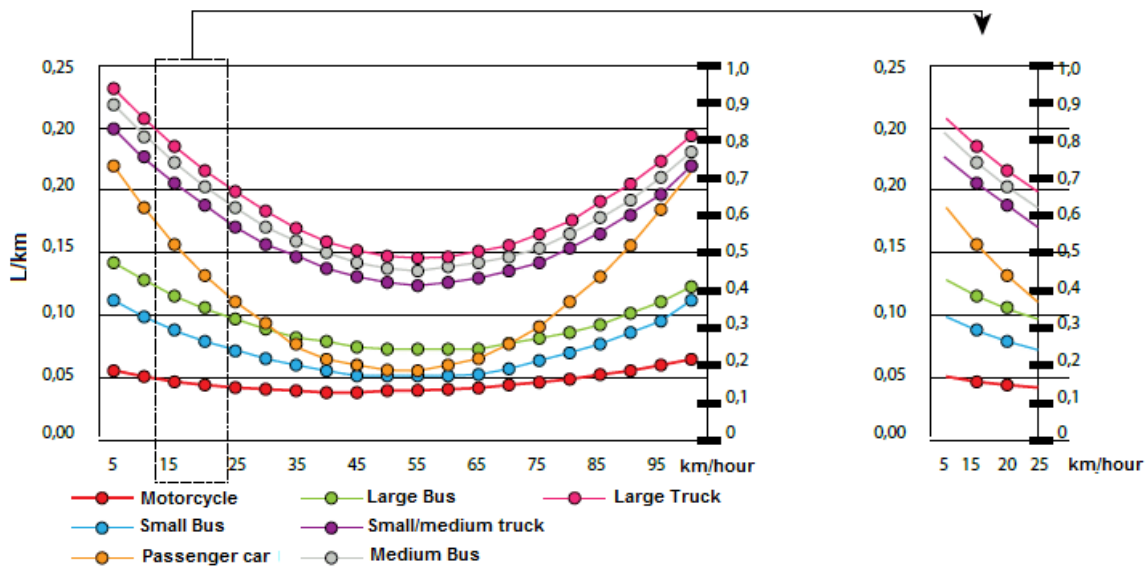
5.1 Kasvihuonekaasupäästöt

Tiemaksuilla tavoitellaan usein tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähenemistä. Göteborgissa tieliikenteen kasvihuonekaasupäästöt laskivat 2–3 % tiemaksujen käyttöönoton jälkeen. Lontoossa liikenteen kasvihuonekaasupäästöt laskivat jopa noin 19 % käyttöönoton jälkeen, vaikka tiemaksuilla ei varsinaisesti tavoiteltu päästöjen vähentämistä. (Börjesson 2018; Transport for London 2004.)

Kasvihuonekaasupäästöjen arviointi onnistuu nykyisellä HSL:n HELMET-mallilla ennustetun ajosuoritteen (ajon.km) pohjalta. Jos tiemaksujen toimintaperiaatteeksi valitaan ajoneuvon päästöluokkaan tai käyttövoimaan perustuva hinnoittelu, jolla vaikutetaan eri päästöluokkiin kuuluvien ajoneuvojen suoritteisiin, tulee henkilöautoliikenteen mallinnusta tarkentaa. Jotta eri päästöluokkien ja käyttövoimien ajosuorite voidaan mallintaa, tulee eri päästöluokat ja käyttövoimat erottaa mallissa omiksi ryhmikseen, joiden ajosuoritteet lasketaan erikseen. Tätä erottelua varten tarvitaan tarkkoja aineistoja Helsingin seudun ajoneuvokannasta.

Päästömalleja voidaan myös täydentää huomioimaan sujuvamman liikenteen vaikutukset polttoaineenkulutukseen ja kasvihuonekaasupäästöihin. Kuvassa 17 on esitetty indonesialaisessa tutkimuksessa todettu eri ajoneuvojen kilometrikohtainen polttoaineenkulutus suhteessa ajonopeuteen.

Ruuhkaisessa liikenteessä ajoneuvojen kilometrikohtainen polttoaineenkulutus ja yksikköpäästöt kasvavat lisääntyvien jarrutusten, kiihdytysten ja tyhjäkäynnin myötä. Päästömuutos on riippuvainen mm. ajoneuvon massasta, teknologiasta ja käyttövoimasta. Liikenteen sujuvuuden parantaminen auttaa alentamaan siitä syntyviä yksikköpäästöjä (g/ajon.km). Toisaalta järjestelmätasolla sujuvuuden parantaminen myös lisää autoilun houkuttelevuutta ja siten ajosuoritetta, mikä lisää kasvihuonekaasupäästöjä.



Kuva 17. Eri ajoneuvojen kilometrikohtainen polttoainekulutus suhteessa ajonopeuteen (Huboyo, et al. 2017).

5.2 Lähipäästöt

Tiemaksuilla tavoitellaan myös lähipäästöjen vähenemistä erityisesti silloin, jos tiemaksujen toimintaperiaatteena on ajoneuvon päästöluokkaan tai käyttövoimaan perustuva hinnoittelu. Lähipäästöillä tarkoitetaan tässä sekä ilmanlaatuun vaikuttavia pakokaasupäästöjä että meluhaittoja. Kasvihuonekaasupäästöjen tavoin ilmanlaatuun liittyvät lähipäästöt yleensä vähenevät liikenteen sujuvuuden parantuessa. Toisaalta järjestelmätasolla sujuvuuden lisääntyminen kasvattaa autoilun houkuttelevuutta ja ajosuoritetta, mikä taas lisää lähipäästöjä.

Oslossa vuonna 2017 toteutettu päästöluokkaperusteinen hinnoittelu on vähentänyt liikenteen lähipäästöjä (Helsingin kaupunki 2019). Lontoossa vuorokauden typenoksidien (NO_x) ja pienhiukkasten (PM₁₀) keskiarvot laskivat noin 12 % tiemaksujärjestelmän käyttöönoton jälkeen (Transport for London 2004).

Lähipäästöjen vaikutuksia voidaan nykyisin arvioida karkealla tasolla ajosuorituksen pohjalta eli samalla menetelmällä kuin kasvihuonekaasupäästöjä. Ilmanlaatuun liittyvien vaikutusten tarkempi analyysi edellyttäisi seuraavien tarkastelujen kehittämistä:

- Tiemaksujen vaikutukset ajonopeuksiin.
- Ajonopeuksien vaikutukset lähipäästöjen määriin.
- Lähipäästöjen pitoisuuksien mallinnus (esimerkiksi Soundplanilla).
- Lähipäästöille altistuvien ihmisten määrien arviointi ja altistumisen laadun arviointi mallinnuksen avulla.

Lähipäästöihin liittyvät arvioinnit edellyttävät usein tie- ja katukohtaista mallinnusta, mikä hankaloittaa laajojen politiikkatoimenpiteiden, kuten tiemaksut, vaikutusten arviointia. Olennaista on kuitenkin tunnistaa lähipäästöjen vaikutus ilmanlaatuun ja asukkaiden terveyteen. Yksi keino voisi olla arvioida altistuvien asukkaiden ja työpaikkojen määriä tietyllä etäisyydellä vilkasliikenteisiltä väyliltä.

Lisäksi SYKE:n IHKU-mallilla on mahdollista arvioida pienhiukkasten (PM_{2.5}) ja typenoksidien (NO_x) terveysvaikutuksia haittakustannuslaskelman avulla.

Karkeampien arviointimenetelmien kehittäminen strategisen tason arviointien tarpeisiin voi olla mahdollista. Kehittäminen edellyttää monitieteellistä asiantuntijaymmärrystä pitoisuuksiin vaikuttavista tekijöistä ja pitoisuuksien terveysvaikutuksista. Vastaavien arviointimenetelmien kehitys olisi tarpeen myös Helsingin ympäristövyöhykkeen analysoinnin näkökulmasta.

5.3 Liikennejärjestelmän toimivuus

Tiemaksuilla tavoitellaan useimmiten tieliikenteen sujuvuuden parantumista. Göteborgissa tieliikenteen määrät vähenivät noin 12 % tiemaksujen käyttöönoton jälkeen, minkä lisäksi maksut vähensivät matka-aikojen vaihtelevuutta 30–50 % verkon pullonkauloissa käyttöönoton jälkeen. Lontoossa tiemaksuvyöhykkeen liikennemäärät vähenivät vuoden 2003 käyttöönoton jälkeen 15 % ja vyöhykkeelle ajava liikenne oli vähentynyt 18 %. Matka-aikojen keskihajonta väheni 27 % vyöhykkeen ulkopuolelle suuntautuvilla matkoilla ja 34 % vyöhykkeen sisään suuntauvilla matkoilla, mikä tarkoittaa noin 10 minuutin matka-aikasäästöä edestakaisilla automatkoillakäyttöönoton jälkeen. Trondheimissa liikennemäärät laskivat noin 10 % ruuhka-aikaan.

HELMET-mallissa liikenteen välityskyky on kuvattu linkeille. Makrotason mallina HELMET ei keskity liittymien välityskyvyn tarkkaan arviointiin, jonka vuoksi malli ei sovellu katuverkon ja liittymien välityskyvyn yksityiskohtaiseen arviointiin. Rajoitteen johdosta ruuhkautumisen vähentymisen tarkka vaikutustenarviointi voi edellyttää mesotason mallinnusta (esimerkiksi Meso- tai Dynameq-ohjelmistoilla). Helsingin kaupunki hyödyntää suunnittelussaan Dynameq-ohjelmistoa, mutta nykyisellään malli kattaa Kehä I:n sisäosan Lauttasaaresta Lahdenväylälle ja näin ollen malli kattaa vain hyvin pienen osan Helsingin seudusta, minkä vuoksi se soveltuu koko seudun tarkasteluun vain osittain.

Jos arvioinnissa halutaan arvioida myös katuverkon ja liittymien yksityiskohtaista välityskykyä, tulisi tarkasteluja tehdä mesotason malleilla. Strategisen tason tieliikenteen sujuvuuden arviointiin HELMET-malli kuitenkin soveltuu hyvin. Tarvittaessa HELMET-mallin avulla voidaan tunnistaa sellaisia tie- ja katuverkon alueita, joilla verkko ruuhkautuu ja joita tulisi analysoida vielä tarkemmin mesotason mallinnuksella.

5.4 Kuljutavanvalinta

Tiemaksuilla tavoitellaan usein muutoksia kaupungin kulkumuotojakaumaan siten, että osa autoilijoista siirtyy käyttämään kestäviä kulkutapoja kuten joukkoliikennettä, pyöräilyä ja kävelyä. Göteborgissa joukkoliikenteen käyttäjämäärät kasvoivat 6 % maksuvyöhykkeen lähtöalueilla (Börjesson 2018). Lontoossa joukkoliikenteen käyttäjämäärät kasvoivat jopa 38 % tiemaksuvyöhykkeellä käyttöönoton jälkeen. Lontoo oli tosin kasvattanut joukkoliikenteen palvelutasoa ennakoivasti, joten parempi palvelutaso saattoi itsessäänkin lisätä joukkoliikenteen käyttöä. (Transport for London 2004).

Kuljutavanvalinnan mallintaminen on osa nykyistä HELMET-mallia ja kuljutavanvalintaa pystytään ennustamaan nykyisillä menetelmillä melko kattavasti. Haasteeksi voi muodostua arviointi kustannusmuutosten vaikutuksista kuljutavanvalintaan. Henkilöauton käyttökustannukset ovat nykyisin

hyvin kiinteästi sidoksissa matkanpituuteen. Toteutuessaan tiemaksujärjestelmä muuttaisi autoilun kustannusrakennetta ja autoilun kilometrikohtainen kustannus vaihtelee valitun reitin perusteella. Seudun liikennemallin taustalla oleva, HSL:n liikkumistutkimuksella kerätty, automatkojen havaintoaineisto ei sisällä merkittävää riippumatonta vaihtelua hinta-, matka-aika- ja pituustekijöiden suhteen, joten mallin estimointi sen perusteella voi olla haastavaa. Osatekijöiden tunnistaminen on oleellista maksuista aiheutuvan kulkutavanvalinnan arviointia varten ja tarkempien arviointien tekeminen voi edellyttää yksityiskohtaisempaa hintajoustop arviointia ja liikkumistutkimusten laajentamista.

5.5 Lähtöajan valinta

Tiemaksujen käyttönotolla voi olla vaikutusta lähtöajan valintaan, koska autoilijat saattavat pyrkiä välttämään tiemaksujen maksamista esimerkiksi liikkumalla tiemaksujen voimassaoloajan ulkopuolella tai ennen tiemaksujen ruuhka-ajan hinnoittelun alkamista. Trondheimissa havaittiin, että tiemaksuilla oli vaikutusta lähtöajan valintaan. Tiemaksujen poiston jälkeen joulukuussa 2005 liikenne klo 05–06 välillä väheni 11 %, kun taas tieliikenteen liikennemäärät klo 06–07 välillä kasvoivat 11 %. Iltapäivisin liikenne kasvoi aiemmin viimeisen maksullisen tunnin aikana (klo 17–18) 20 %. Liikenne sen sijaan väheni klo 18–19 aikaan 8 %.

HELMET-malli hyödyntää tällä hetkellä kiinteitä huipputuntikertoimia x Malli ei huomioi lähtöajan joustoja. Ruuhkahuippuihin kohdistuvien tiemaksujen merkittävimpiä vaikutuksia on kysynnän jakautuminen laajemmalle ajanjaksolle. Lähtöajan valintaan vaikuttavat myös monet liikenteestä irralliset tekijät, kuten kiinteä työaika, koulujen ja päiväkotien aukioloajat yms.

Tarkempi lähtöajanvalintamalli vaatisi uusien tarkastelumenetelmien kehittämistä ja luultavasti HELMET-mallin laajentamista nykyisestä kolmesta tuntikysynnästä pienempiin ajanjaksoihin. Lähtöajan valintamallin kehittämistä HELMET-mallin kontekstissa on käsitelty Helsingin kaupunkiympäristön tilaamassa raportissa *Liikennejärjestelmätöimenpiteiden vaikutus lähtöajan valintaan ja ruuhka-aikojen pituuteen* (Haapamäki et al. 2018). Raportissa ehdotetaan, että lähtöajan valinnan mallintamiseksi HELMET-malliin lisätään erillinen lähtöajan valintamalli, joka ennustaa liikennemääriä matka-aikojen perusteella. Vastaavaa menetelmää on kehitetty ainakin Tukholman alueen liikenne-ennustemalliin (Kristoffersson 2007) ja Marylandin liikenne-ennustemalliin (Zhang et al. 2011).

5.6 Yleissaavutettavuus

Tiemaksut vaikuttavat sekä autoliikenteen saavutettavuuteen että kestävien kulkumuotojen saavutettavuuteen. Benchmark-kaupungeissa tiemaksut ovat kasvattaneet erityisesti kestävien kulkumuotojen saavutettavuutta, koska tiemaksujen tuottoja on useimmiten ohjattu kestävien kulkumuotojen infrahankkeisiin. Toisaalta tiemaksut ovat suunnitellusti lisänneet henkilöautoliikenteen yleistettyä matkavastusta tarkastelluissa kaupungeissa autoilun kustannusten kasvaessa. Toisaalta taas tiemaksujen tuotoilla toteutetut tieliikenteen infrahankkeet ovat sujuvoittaneet liikennettä ja siten tieliikenne on myös hyötynyt tiemaksuista.

Yleissaavutettavuuden muutosten arviointi on mahdollista nykyisillä menetelmillä HELMET-suuntautumismallin logsum-muuttujan⁶ kautta. Muuttujat kuvaavat alueellisesti työpaikkojen ja palveluiden saatavuutta tarkasteltavan liikennejärjestelmän avulla. Tiemaksujen osalta logsum-muuttujien arvo huomioi sekä muutokset matkavastuksessa nykyisin alueelta lähteviin matkoihin että mahdollisuuden muuttaa matkojen määränpäättä muuttuvan liikennejärjestelmän myötä. Mallilla voidaan myös arvioida esimerkiksi sitä, millä aluepareilla yhdistyvät korkea tiemaksu ja huono joukkoliikenteen palvelutaso.

5.7 Lähisaavutettavuus

Tiemaksut voivat vaikuttaa lähisaavutettavuuteen ja muodostaa paikallisia estevaikutuksia. Esimerkiksi Göteborgissa tiemaksuvyöhyke aiheutti, ennen maksuvyöhykkeeseen tehtyjä korjauksia, paikallisia estevaikutuksia, jotka olivat vaikuttavuudeltaan merkittävimmät Backan alueella. Tiemaksuvyöhyke vaikeutti ihmisten arkiliikkumista, kun alueen lähipalvelut jäivät tiemaksujen valvontapisteeseen toiselle puolelle, mikä johti ihmisten arkimatkojen kallistumiseen. (Transportstyrelsen 2019.)

Estevaikutusten arviointi on mahdollista nykyisellä HELMET-mallilla mallin aluejaon tarkkuudella. Lähisaavutettavuuden muutosten mallinnus voidaan tehdä esimerkiksi arvioimalla matkavastusmuutoksia aluekeskuksiin. Lisäksi voidaan arvioida tiemaksun määrää suhteessa matkanpituuteen. Alueen liikkumisratkaisujen monipuolisuutta ja riippuvuutta auton käytöstä on mahdollista tarkastella HELMET-mallilla, kasvattamalla henkilöauton käytön kustannuksia merkittävästi ja seuraamalla alueiden saavutettavuuden logsumin muutosta. Alueilla, joilla on runsaasti kilpailukykyisiä vaihtoehtoja henkilöauton käytölle, hinnan muutos johtaa kulkutavan valinnan muutokseen ja logsum heikkenee vain hieman. Vastaavasti alueilla, joilla ei ole muita liikkumisvaihtoehtoja, koetaan autoilun kustannusten nousu täysimittaisina ja alueen logsum laskee merkittävästi.

Lähisaavutettavuuden estevaikutusten arviointi on erityisen tärkeää, jotta tiemaksuilla ei tarpeettomasti hankaloitettaisi ihmisten arkirutiineja. Lähisaavutettavuuden kokonaisvaltainen arviointi tiemaksujen suunnitteluvaiheessa voi lisätä järjestelmän hyväksyttävyyttä käyttöönoton jälkeen.

5.8 Autonomistus

Tiemaksuilla voi olla vaikutuksia auton omistukseen. HELMET-mallin yhtenä osana on autonomistumsmalli. Mallin kykyä huomioida uusia rahamääräisiä henkilöautoja koskevia maksuja tulee arvioida tarkasti, jotta ennustettujen muutoksien arviointiin voidaan luottaa. Jos maksut kohdistuvat eri tavoin eri ajoneuvoihin, esimerkiksi sähköautoihin, voi olla tarpeen arvioida autonomistusasteen lisäksi eri autotyypin osuudet kunkin alueen autokannassa.

⁶ Logsum-muuttujalla tarkoitetaan tässä raportissa saavutettavuuden matemaattista ilmaisua. HELMET-mallin suuntautumismallissa logsumin avulla kuvataan alueiden välisestä matkustamisesta koituvaa keskimääräistä hyötyä eli sitä, miten hyvin eri määräpaikkavaihtoehdot ovat saavutettavissa eri kulkutavoilla. Lisätietoja: https://www.hsl.fi/sites/default/files/helsingin_seudun_tyosskayntialueen_liikenne-ennuste_kysyntamallit_5_2019.pdf

Autonomistumallilla on suora kytkeä HELMET-mallin kulkutavanvalintamalliin. Auton hankinta on strateginen valinta, jonka yhteydessä on keskeistä tunnistaa myös valintoihin ja investointeihin liittyviä ajallisia kestoja ja elämäntapoihin liittyviä polkuriippuvuuksia.

Tiemaksujen vaikutusarvioinnin kannalta keskeisintä olisi vahvistaa kokonaisuymmärrystä autonomistuvallintojen takana olevista tekijöistä sekä tunnistaa päästökohtaisten tiemaksujen vaikutukset kalusto- ja käyttövoimavalintoihin sekä kaluston uusimissykliin. Hinnoittelulla voi olla pitkäaikaisia vaikutuksia autonomistuksen määriin, autojen käyttöikään ja autonomistuksen vaikutuksiin kulkutavanvalinnassa.

Arvioinnissa tulee lisäksi tunnistaa myös muut auton käytön ilmentymät, kuten leasing, vuokraus ja työsuhdeautot, jotka eivät ole henkilökohtaisessa omistuksessa, mutta jotka muodostavat osan tieliikenteestä. Näin voidaan tunnistaa, miten tiemaksut kohdistuvat ja vaikuttavat myös henkilökohtaisen omistuksen ulkopuoliseen tieliikenteeseen.

5.9 Seudun kilpailukyky ja vetovoima

Tiemaksuilla pelätään joskus olevan negatiivisia vaikutuksia kaupunkien tai seudun kilpailukykyyn ja vetovoimaan. Vertaileva tutkimus Lontoon keskustan elinkeinoelämästä osoitti, että tiemaksujen käyttöönoton suorat vaikutukset keskustan talouteen olivat hyvin vähäisiä heti käyttöönoton jälkeen ja ”ei-havaittavia” vuoden 2008 seurantaraportin mukaan (Transport for London 2004; Transport for London 2008). Tiemaksuilla ei nähty olevan vaikutuksia myöskään Trondheimin keskustan talouteen ja elinvoimaan (Meland et al. 2010). Aro et al. (2019) tarkastelivat tiemaksujen ja alueen vetovoiman välistä yhteyttä Helsingin seudulla ja totesivat, että tiemaksujen ja vetovoiman yhteydestä ei ole olemassa positiivista tai negatiivista näyttöä. Selvityksen mukaan tiemaksut eivät ole päätekijä henkilöiden tai yritysten paikkaan liittyvissä valinnoissa, mutta ne voivat olla yksi osatekijä muuttopäätöksenteossa samalla tavalla kuin esimerkiksi kunnan tuloveroprosentti, asiakas- tai palvelumaksut tai jokin palveluiden saatavuuteen tai laatuun liittyvä tekijä. (Aro et al. 2019.)

Seudun kilpailukykyyn ja vetovoimaan kannalta on keskeistä asettaa maksut tasolle, jolla ne palvelevat asetettuja tavoitteita esimerkiksi sujuvuuden ja päästöjen osalta. Keskeinen teoria hinnoittelun takana on rajakustannusteoria, jonka mukaan teiden käyttö tulisi hinnoitella siten, että autoilijalle itse maksamien auton käyttökustannusten ja matkaan kuluneen oman ajan lisäksi tienkäytöstä peritään maksu, joka kattaa kaikki muille tienkäyttäjille ja yhteiskunnalle aiheutetut ulkoiset kustannukset (ns. yhteiskuntataloudelliset rajakustannukset).

HELMET-mallilla on mahdollista arvioida kotitalouksiin ja elinkeinoelämään kohdistuvia maksuja ja maksujen vaikutuksia matkavastuksiin eli siihen, kuinka paljon kustannuksia tiemaksuista muodostuu. Eri alueiden kilpailukykyyn ja vetovoimaan voi liittyä kulutuskäyttäytymiseen tai muuttopäätöksiin liittyviä tekijöitä, joita mallilla ei kuitenkaan pystytä arvioimaan. Tämä vaatisi laajempien taloudellisten vaikutusten arviointimenetelmien käyttöä.

Seudun kilpailukykyä ja vetovoimaa voidaan arvioida elinkeinoelämän kyselyillä ja haastatteluilla ennen järjestelmän käyttöönottoa. Lisäksi elinkeinoelämän vaikutuksia voidaan analysoida käyttöönoton jälkeisellä monitoroinnilla ja seurannalla.

Seutujen välisen kilpailukyvyyn arviointiin voi mahdollisesti vastata aluetaloudellisilla malleilla. Arviointia voidaan tehdä esimerkiksi kerroinanalyysillä, staattisilla panos-tuotosmalleilla tai kehittyneemmällä yleisen tasapainon malleilla. Aluetaloudellisten vaikutusten tarkasteluun Suomessa käytettyjä yleisen tasapainon -malleja ovat VATT:n ReFINAGE-malli sekä Ruralia-instituutin RegFin-malli. Lisäksi on olemassa erityisiin käyttötarkoituksiin kehitettyjä työkaluja, kuten Tilastokeskuksen SISU-mikrosimulointimalli, jolla voidaan arvioida liikenteen hinnoittelun yhteiskuntataloudellisia vaikutuksia kotitalouksiin aluetasolla ja koko väestössä. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2020.)

5.10 Liikennejärjestelmän rahoitus

Tiemaksuilla on usein tavoiteltu tuottoja liikennejärjestelmän rahoittamisen kattamiseksi. Lontoon vuosien 2003–2017 välillä saadut tiemaksujen 1,7 miljardin punnan nettotuotot on ohjattu kaupungin liikennejärjestelmään: noin 1,3 miljardia puntaa (noin 1,47 miljardia euroa) sijoitettiin bussiliikenteen verkkoon; 196 miljoonaa puntaa teihin, katuihin ja siltoihin; 80 miljoonaa puntaa liikenneturvalisuustoimenpiteisiin; 90 miljoonaa puntaa paikallisiin liikennesuunnitelmiin ja 64 miljoonaa kestävään liikkumiseen ja ympäristöön (Transport for London 2017). Jokaisena tiemaksujen voimassaolopäivänä tiemaksuja kerätään noin 59 150 kappaletta (Transport for London 2019).

Rahoitustuottojen arviointi on tällä hetkellä mahdollista HELMET-mallin suuntautumisen, kulkutavanvalinnan ja reitinvalinnan ennustamisen kautta. Mallin avulla pystytään arvioimaan, miten matkojen suuntautuminen muuttuu tiemaksuvyöhykkeen käyttöönoton jälkeen, mitä kulkutapaa käytetään ja kuinka paljon, ja mitä reittejä matkoja tehdään. Näin voidaan arvioida, kuinka paljon tiemaksuja kertyy ja kuinka paljon rahoitustuottoja tiemaksuista voidaan saada.

Liikennejärjestelmän rahoitustuottojen kohdentamisen kautta vaikutusarvioinnin kohteiksi nousevat myös esimerkiksi joukkoliikenteen palvelutason tai kävely- ja pyöräilyinfrastruktuurin vaikutukset hyvinvointiin eli yhteiskuntatalouteen. Nämä epäsuorat vaikutusarvioinnin kohteet on rajattu pois tästä vaikutusarvioinnin kehittämiskohteiden tarkastelusta.

5.11 Tonttitehokkuus

Tiemaksujen vaikutuksia maankäytön tiheyteen voidaan arvioida Helsingin kaupungin kehittämän MALPAKKA-työkalun avulla (HSL 2019b). MALPAKKA-työkalu arvioi potentiaalista tonttitehokkuutta HELMET-liikennemallin tuottaman kestävien kulkumuotojen logsum-saavutettavuuden avulla. Työkalun avulla voidaan arvioida, miten potentiaalinen tonttitehokkuus Helsingin seudulla muuttuu toimenpiteiden aiheuttamien saavutettavuusmuutosten perusteella.

MALPAKKA-työkalu tarvitsee kuitenkin kehitystä, jotta sitä voidaan kunnolla hyödyntää tiemaksujen maankäyttövaikutusten arviointiin. Tiemaksut vaikuttavat todennäköisesti lähinnä Helsingin seudun autosaavutettavuuteen, jota MALPAKKA-työkalu ei hyödynnä tonttitehokkuuksien arviointiin. Työkalun kehityksessä autosaavutettavuuksien huomattiin käyttäytyvän erikoisesti suhteessa tonttitehokkuuksiin. MALPAKKA-työkalun loppuraportissa todetaan, että autosaavutettavuuden epälooginen käytös liittyy HELMET-mallin autonomistustavallin yhteydestä autosaavutettavuuteen (HSL 2019b). Haasteeseen on törmätty myös saavutettavuuden ja kiinteistömarkkinoiden suhdetta käsittelevässä tutkimuksessa, jossa ongelma ratkaistiin poistamalla autonomistuksen vaikutus HELMET-mallin tuottamista logsum-arvoista (Haapamäki et al. 2020).

Koska tiemaksut oletettavasti muuttavat lähinnä alueiden autosaa-
vutettavuuksia, MALPAKKA-työkalu todennäköisesti aliarvioi tiemaksujen aiheuttamat potentiaalisten tonttitehokkuuksien muutokset. Huonoimmassa tapauksessa, jos tiemaksut eivät muuta kestävien kulkumuotojen logsum-saa-
vutettavuutta, MALPAKKA-työkalu ei huomioi tiemaksujen aiheuttamaa potentiaalisen tonttitehok-
kuuden muutosta.

HELMET-mallista julkaistaan lähiaikoina uusi versio, eikä MALPAKKA-työkalua ole testattu uuden
version tuottamilla logsum-saa-
vutettavuuksilla. Version päivittäminen edellyttäneen myös MAL-
PAKKA-työkalun mallien uudelleenestimointia.

MALPAKKA-työkalun kehittämiseksi tiemaksujen arviointiin tulisi työkalussa siirtyä kestävien kulku-
tapojen logsum-saa-
vutettavuuden käyttämisestä kaikkien kulkutapojen logsum-saa-
vutettavuuden
hyödyntämiseen. Tämä vaatii HELMET-mallin kehittämistä siten, ettei autonomistus vaikuta suo-
raan kulkutavan valintaan tai käytettävien logsum-saa-
vutettavuuksien puhdistamista autonomistuk-
sen vaikutuksesta. Lisäksi siirtymä kaikkien kulkutapojen logsum-saa-
vutettavuuden käyttöön vaatii
saa-
vutettavuuksien ja tonttitehokkuuksien välisten joustojen uudelleenestimointia. Jos MALPAKKA-
työkalun käytössä halutaan siirtyä HELMET 4.0 -mallin käyttöön, tulee työkalun antamia tuloksia
testata HELMET 4.0 -mallin tuottamilla logsum-saa-
vutettavuuksilla. Jos tulokset eivät vastaa enti-
siä, tulee logsum-saa-
vutettavuuksien ja tonttitehokkuuksien väliset joustot estimoida uudelleen
HELMET 4.0 -mallin logsum-saa-
vutettavuuksien avulla.

Maankäyttöön liittyviä vaikutuksia on mahdollista arvioida MALPAKKA-työkalulla tai vastaavilla me-
netelmillä. Myös tuoreet selvitykset vaikutuksista kiinteistömarkkinaan (Haapamäki et al. 2020) tar-
joavat tietoa liikennejärjestelmän kehittämisen vaikutuksista asuntojen ja toimistojen hintoihin ja
vuokriin ja sitä kautta houkuttelevuuteen. Tiemaksuihin liittyvässä vaikutusarviointissa tulee huomi-
oida vaikutusten ajallinen ulottuma, eli se, minkä pituisen ajanjakson jälkeen vaikutukset näkyvät.
Yleisesti maankäyttöön liittyvien vaikutusten arviointia tulisi edistää osana seudun maankäytön ja
liikenteen suunnitteluun liittyvää vaikutusarviointia.

5.12 Kuljetukset ja logistiikka

Tiemaksuilla on oletettavasti vaikutuksia myös kuljetuksiin ja logistiikkaan. Selvityksen eurooppalai-
sissa esimerkkikaupungeissa tiemaksut kohdistuvat myös raskaaseen liikenteeseen, useimmiten
jopa korkeammilla hinnoilla, jos tiemaksujärjestelmän toimintaperiaatteena on hinnoittelu päästöjen
mukaan.

Tiemaksut lisäävät kuljetuskustannuksia, jos tiemaksut kohdistuvat myös Tavaraliikenteeseen. Kul-
jetusten hintojen nousu luultavasti johtaa kuljetus- ja logistiikkapalvelujen hintojen nousuihin, mikä
viime kädessä jäänee kuluttajien maksettaviksi, kun kuljetusten kasvanut hinta ohjataan tuotteiden
ja palvelujen hintoihin. Tiemaksut hyödyttävät logistiikkasektoria, kun kuljetusten sujuvuus kasvaa,
matka-ajat lyhenevät ja matka-aikojen ennakoitavuus paranee ruuhkaisuuden vähentyessä.

Tiemaksujen vaikutuksia kuljetuskustannuksiin voidaan tällä hetkellä arvioida kiinteän kysynnän
kautta. Vaikutustenarviointi ei ole mahdollista kuitenkaan kuljetusjärjestelmien muutosten arviointia
tai kuljetuserien kokojen muutoksia.

HELMET-mallin kehittämisessä pääpaino on ollut henkilöliikenteen liikkumisvalintojen mallien puolella. Lisäksi tavaraliikenteestä on seudulla ja valtakunnallisesti olemassa vajavaiset yhtenäiset tietovarannot esimerkiksi tavaralajien ja kuljetuserien osalta. Vaikutusarvioinnin kehittäminen edellyttää tietovarantojen kehittämistä tavaraliikenteen lähtö- ja määräpaikkojen sekä ajallisesta vaihtelusta ja ajoneuvotyypeistä. HELMET 4.0 -versiossa tavaraliikenne ja logistiikka on huomioitu tarkemmin.

Vaikutuksia kuljetuksiin ja logistiikkaan voidaan myös arvioida elinkeinoelämän kyselyillä ja haastatteluilla, jotta sektorin näkemykset tulee huomioitua ennen ja jälkeen tiemaksujärjestelmän käyttöönottoa.

5.13 Liikenneturvallisuus

Tiemaksut voivat vaikuttaa liikenneturvallisuuteen esimerkiksi ajosuoritteen vähenemisen kautta. Lontoossa tutkittiin liikenneturvallisuuden muutoksia tiemaksujen käyttöönoton jälkeen ja huomattiin, että kaupungin liikenneonnettomuudet vähenivät maksuvyöhykkeellä maksujen voimassaoloaikaan noin 35 %. Aineistossa ei nähty viitteitä siitä, että onnettomuudet olisivat lisääntyneet maksuvyöhykkeen ulkopuolella tai maksujen ulkopuoliseen aikaan. Liikenneonnettomuudet vähenivät 10–12 % myös maksuvyöhykkeen ulkopuolella. (Green et al. 2015.)

Liikenneturvallisuuden tarkastelu nykyisillä malleilla on mahdollista eritasoisilla tieverkoilla tapahtuvan ajosuoritteen pohjalta. Ajosuoritteen vähenemisen myötä liikenneonnettomuudet usein vähenevät. Tiemaksujen ei oleteta tuovan sellaisia liikenneturvallisuusmuutoksia, joihin nykyiset tarkastelumenetelmät eivät soveltuisi.

5.14 Vaikutusten jakautuminen väestöryhmille

Tiemaksut vaikuttavat eri tavoin eri käyttäjä- ja väestöryhmiin. Tiemaksujen negatiiviset ja positiiviset suorat vaikutukset kohdistuvat esimerkiksi erityisesti autoilijoihin autoilun hinnan kasvaessa ja matka-aikojen lyhentyessä. Tiemaksut vaikuttavat eri tavalla myös tulotasoittain, sillä tiemaksut saattavat kohdistua suhteessa enemmän pienituloisille kuin hyvätuloisille. Göteborgin tiemaksujärjestelmästä tehtyjen tutkimusten mukaan tiemaksut ovat Göteborgissa jakautumisvaikutuksiltaan regressiivisiä (kohdistuvat voimakkaimmin pienituloisiin), mutta koska tiemaksujen tuotot kohdistetaan pääasiassa kestävän liikkumisen hankkeisiin, on maksut todettu kaikkiaan sosiaalisesti hyödyllisiksi (socially beneficial). (Eliasson 2016; West ja Börjesson 2018; Börjesson 2018.)

Tiemaksut voivat vaikuttaa myös ihmisten sosiaaliseen pääomaan eli yksilöiden sosiaalisten kontaktien määrään ja laatuun. Lontoossa huomattiin, että vuonna 2008 toteutettu tiemaksuvyöhykkeen länsilaaennus vähensi ihmisten sosiaalisia matkoja (matkoja, joiden tarkoituksena oli tavata ystäviä tai perheenjäseniä) merkittävästi, mikä johti väestön sosiaalisen pääoman pienenemiseen (Munford 2017).

Tiemaksujen jakautumisvaikutuksia on usein tarkasteltu tasapuolisuusanalyysien avulla, joissa tarkastellaan, jakautuvatko tiemaksuista koituvat hyödyt tai kustannukset väestöryhmittäin ja alueittain tasapuolisesti. Jotta tasapuolisuutta voidaan arvioida, tulisi se määrittää ensin seudullisessa suunnittelussa (OECD/ITF 2018; Pakkanen n.d.).

Kun tasapuolisuus on määritelty, tulisi tiemaksujen jakautumisvaikutuksia tarkastella ainakin väestöryhmittäin, alueittain ja ajallisesti. Suunnittelussa ja arvioinnissa tulisi pohtia, keihin väestöryhmiin tiemaksut kohdistuvat eniten. Arvioinnissa olisi tärkeää tunnistaa etenkin tiemaksujen toteuttamisen johdosta haavoittuvimmassa asemassa olevia ryhmiä, kuten pienituloisia seudun reuna-alueilla asuvia autoilijoita, ja arvioida maksujen vaikutuksia näihin ryhmiin. Haavoittuvuuteen tässä tilanteessa vaikuttaa esimerkiksi henkilön lähtöajan joustamattomuus, kulkutapavaihtoehtojen vähäisyys, asuntokunnan koostumus ja tulotaso. (OECD/ITF 2018; Pakkanen n.d.) Vaikutusten negatiivista kohdentumista voidaan lieventää muodostamalla hinnoitteluun erilaisia alennusryhmiä tai tiemaksuista kokonaan vapautettuja ryhmiä, kuten monissa kaupungeissa on tehty, esimerkiksi liikkumisesteisten osalta.

Väestöryhmiin kohdistuvien vaikutusten arviointi nykyisillä malleilla on mahdollista HELMET-mallin ennustealueetasolla, mutta vaikutusten kohdentuminen eri väestöryhmiin vaatii uusien menetelmien ja aineistojen hyödyntämistä. Tarkasteluja voidaan tehdä esimerkiksi yhdistämällä ennustemallin tuotoksia ja paikkatietomuodossa olevaa väestödataa ja näin analysoida esimerkiksi matkavastuksen muutosten kohdentumista väestöryhmittäin. Paikkatietopohjaista väestödataa tarjoavat mm. HSY:n SeutuCD-palvelu, SYKE:n YKR-aineisto tai Tilastokeskuksen paikkatietodata, kuten Paavo (postinumeroalueittainen avoin tieto). (Pakkanen n.d.)

Vaikutusten jakautumisen tarkastelu nykyisellä neliporrasmallilla on lähtökohtaisesti haastavaa, sillä malli ei huomioi eri väestöryhmien välisiä eroja liikkumisen suuntautumisessa tai kulkutavanvalinnassa. Toisin sanoen malli ei huomioi, että esimerkiksi suuntautuminen saattaa vaihdella tulotasoittain. (Pakkanen n.d.) HELMET 4.0 -liikennemalliin sisällytetyt yksilömallit voivat tarjota mahdollisuuden väestöryhmäkohtaisen liikkumisen tarkempaan arviointiin.















5.15 Yhteenveto




Vaikutusarvioinnin kehittämisen osalta tarkasteltiin, miten nykyisin käytössä olevat arviointimenetelmät soveltuvat tiemaksujärjestelmien arviointiin, mitä uusia menetelmiä arviointi edellyttäisi ja miten tietovarantoja tulisi kehittää.

Tarkastelussa tunnistettiin, että nykyisin käytössä olevat arviointimenetelmät tarjoavat pääosin hyvän perustan tiemaksujen suunnittelulle ja arvioinnille. Jo tunnistettujen vaikutusten ja niiden arvioinnin potentiaali nykyisin käytössä olevilla menetelmillä on koottu alla olevaan taulukkoon (kuva 17).

Osa tunnistetuista vaikutuksista on sellaisia, joita HSL:n käytössä olevilla arviointimenetelmillä on mahdollista arvioida kokonaisvaltaisesti jo nykyisin, esimerkiksi yleissaavutettavuus. Suurinta osaa tunnistetuista vaikutuksista voidaan kuitenkin arvioida vain osittain nykyisillä menetelmillä. Esimerkiksi lähipäästöjen määriä pystytään arvioimaan karkealla tasolla HELMET-mallilla ajosuoritteen perusteella, mutta lähipäästöjen pitoisuuksien arviointiin malli ei kykene. Niiden vaikutusten osalta, joita voidaan arvioida vain osittain, tulisi arviointimenetelmiä edelleen kehittää ja tiemaksujen vaikutusten arviointiin tulisi merkittävästi panostaa. Arviointimenetelmien kehittäminen vaatii paikoitellen organisaatioiden välistä yhteistyötä, paikoitellen nykyisten arviointimenetelmien ja suunnittelua tukevien menetelmien yhdistelemistä ja paikoitellen lisää tietoa esimerkiksi ihmisten käyttäytymisestä.

Tärkeimmäksi kehityskohteeksi nostetaan matkan lähtöajan valintamallien ja sitä kautta ruuhkien ajallista leviämistä kuvaavien mallien kehittäminen. Nykyisin käytössä olevilla menetelmillä ei ole mahdollista arvioida lähtöajan valinnan vaikutuksia, joiden tarkastelu vaatisi HELMET-mallin jatko-kehittämistä siten, että malli huomioisi liikenteen sujuvuuden vaikutukset lähtöajan valintaan ja ennustaisi huipputuntikertoimia sen mukaan.

Tunnistetut vaikutukset	Arvioinnin nykyiset edellytykset	Taruttava tieto
1. Kasvihuonekaasupäästöt		-
2. Lähipäästöt		Vaikutukset eri päästöluokkien suoritteisiin, altistuvien määrään ja pitoisuuksiin
3. Tieliikenteen sujuvuus		Tarkempi tieto vaikutuksista liittymien ja katuverkon toimivuuteen
4. Kulutavanvalinta		-
5. Lähtöajan valinta		Tieto lähtöajan valintaan vaikuttavista tekijöistä + mallinnusmenetelmät
6. Yleissaavutettavuus		-
7. Lähisaavutettavuus		-
8. Autonomistus		Autonomistukseen ja autokannan muutokseen vaikuttavat tekijät + mallinnusmenetelmät
9. Seudun kilpailukyky ja vetovoima		Ymmärrys valtakunnalliseen kilpailukykyyn ja vetovoimaan vaikuttavista tekijöistä
10. Liikennejärjestelmän rahoitus		-
11. Maankäyttö		MALPAKKA-mallin käyttö ja kehittäminen
12. Kuljetukset ja logistiikka		Tieto kuljetuksiin käytetyistä ajoneuvoista ja kuljetusten ajoittumisesta
13. Liikenneturvallisuus		-
14. Em. vaikutusten jakautuminen väestölle		Eri väestöryhmien erot liikkumiskäyttäytymisessä

 Mahdollista  Osittain mahdollista  Ei mahdollista

Kuva 18. Tiemaksujen tunnistetut vaikutukset ja vaikutusten arvioinnin nykyiset edellytykset.

Liikennejärjestelmätason muutosten vaikutusarviointi on laaja kokonaisuus, johon liittyy osakokonaisuuksia verkollisesta liikenteen sujuvuudesta pakokaasupäästöjen terveysvaikutuksiin ja joukko- liikenteen yhteiskuntataloudesta sosiaaliseen pääomaan. Helsingin seudun liikenne-ennustemallijärjestelmä (HELMET) tarjoaa menetelmiä hinnoittelusta aiheutuvien käyttäytymismuutosten ja sujuvuusmuutosten arviointiin. Ko. muutosten arviointi luo pohjan jatkoanalyysille.

Vaikutusarvioinnin kehittämisen kannalta on keskeistä tunnistaa eri vaikutusten ajallinen kehittyminen. Monissa kaupungeissa tiemaksut ovat edistyneet kokeilujen kautta. Kokeilutyypisten tiemaksujen suunnittelu ja käyttöönotto edellyttäisi kvantitatiivisia arviointimenetelmiä erityisesti lähiaikojen vaikutuksista. Pidemmälle tulevaisuuteen kohdistuvat vaikutukset, kuten maankäyttövaikutukset, on tärkeää tunnistaa, mutta niiden vaikutusarvioinnin kehittäminen etenee oletettavasti myös muuta kautta ja vaikutuksia on mahdollista ohjata ajan saatossa, kun käytössä on muuntojoustava järjestelmä.

6 Lähteet

- Amundsen A. H., Sundvor I. (2018). *Low Emission Zones in Europe: Requirements, enforcement and air quality*. Institute of Transport Economics, Oslo, Norway. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=49204>
- Aro T., Huttunen J. ja Laiho A. (2019). *Tiemaksujen yhteys alueen vetovoimaan Helsinginseudulla. Esiselvitys. Helmikuu 2019. MDI Aluekehittämisen konsulttitoimisto*. https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/esiselvitys_tiemaksujen_yhteys_alueen_vetovoimaan_helsingin_seudulla_helmikuu_2019.pdf
- AUTOPASS (2020). *Visitor's payment*. Luettu 10.2.2020. <https://www.autopass.no/en/visitors-payment>
- Börjesson, M. (2018). *Assessing the Net Overall Distributive Effect of a Congestion Charge, International Transport Forum Discussion Papers*, OECD Publishing, Paris. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/swedish-congestion-charges.pdf>
- Börjesson M. ja Kirstofssen I. (2015). *The Gothenburg congestion charge. Effects, design and politics*. *Transportation Research Part A* 75, 134-146.
- Börjesson M., Eliasson J., Hugosson M. B. ja Brundell-Freij K. (2012). *The Shockholm congestion charges – 5 years on. Effects, acceptability and lessons learnt*. *Transport Policy*, 20, 1-12.
- City of Gothenburg (n.d.) *Traffic in Gothenburg*. Urban Transport Administration, City of Gothenburg. Luettu 22.4.2020. http://www.sdmi-resilient-cities.com/assets/docs/presentations/gothenburg/day-three/Traffic_in_Gothenburg_lvari.pdf
- Eliasson, J. (2014a). *The Stockholm congestion pricing syndrome: How congestion charges went from unthinkable to uncontroversial*. CTS Working Paper 2014:1. Centre for Transport Studies, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Eliasson, J. (2014b). *The Stockholm congestion charges: an overview*. CTS Working Paper 2014:7. Centre for Transport Studies, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Eliasson, J. (2016). *Is congestion pricing fair? Consumer and citizen perspectives on equity effects*. *Transport Policy*, Vol. 52, pp. 1–15.
- Fjellinjen (2017). *Årsrapport 2017*. Luettu 11.2.2020. <https://www.fjellinjen.no/getfile.php/133168-1524209588/Dokumenter/%C3%85rsrapporter/2017.pdf>
- Fjellinjen (2020a). *Rates*. Luettu 10.2.2020. <https://www.fjellinjen.no/private/prices/>
- Fjellinjen (2020b). *New toll stations in Oslo and Akershus*. Luettu 12.2.2020. <https://www.fjellinjen.no/private/prices/new-toll-stations-in-oslo-and-akershus/>
- Fjellinjen (2020c). *Town development and road related projects*. Luettu 4.2.2020. <https://www.fjellinjen.no/private/about-us/>
- Fjellinjen (2020d). *Billing*. Luettu 12.2.2020. <https://www.fjellinjen.no/private/rates/billing/>
- Green C. P., Heywood J. S. ja Navarro M. (2016). *Traffic accidents and the London congestion charge*. *Journal of Public Economics* 133, 11-22.
- Haapamäki, T. & Harjunen, O. & Falkenbach, H. & Laakso, S. & Väänänen, T. (2020) *Esiselvitys liikennehankkeiden kiinteistömarkkinavaikutuksista*. Julkaistaan Aalto-yliopiston sarjassa 2020.

- Helsingin kaupunki (2019). *Selvitys Helsingin ympäristövyöhykkeen laajentamisen mahdollisuuksista. Kaupunkiympäristön aineistoja 2019:2.* Helsinki. <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/aineistot/aineistoja-12-19.pdf>
- HSL (2016a). *Ajoneuvoliikenteen hinnoittelun teknistoiminnallinen selvitys. HLJ 2015 jatkoselvitys. HSL:n julkaisuja 4/2016.* HSL Helsingin seudun liikenne, Helsinki. https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/hsl_julkaisu_4_2016_ajoneuvoliikenteen_hinnoitteluselvitys_teknistoiminnallinen.pdf
- HSL (2016b). *Ajoneuvoliikenteen hinnoittelun hallinnollis-lainsäädännöllinen selvitys. HLJ 2015 jatkoselvitys. HSL:n julkaisuja 3/2016.* HSL Helsingin seudun liikenne, Helsinki. https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/hsl_julkaisu_3_2016_ajoneuvoliikenteen_hinnoitteluselvitys_hallinnollinen.pdf
- HSL (2019). *MAL 2019: Helsingin seudun maankäyttö, asuminen ja liikenne.* HSL Helsingin seudun liikenne, Helsinki. https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/mal2019_suunnitelmara-portti_27052019.pdf
- HSL (2019a). *MAL 2019 vaikutusten arviointiselostus.* HSL Helsingin seudun liikenne, Helsinki, https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/liite2_mal_2019_vaiikutusten_arviointiselostus_liitteineen.pdf
- HSL (2019b). *MALPAKKA 2.0. Saavutettavuuden ja maankäytön tehokkuuden välinen yhteys Helsingin seudulla.* https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/malpakka_2.0_loppuraportti.pdf
- Henderson J. ja Gulsrud N. M. (2019). *Street Fights in Copenhagen: Bicycle and Car Politics in a Green Mobility City.* Routledge, New York.
- Ieromonachou, P. ja Warren, J. P. (2006). *Norway's urban road tolls: Evolving towards congestion charging?* *Transport policy*, vol 13, (5), 367-378.
- Kristoffersson, I. (2007). *Implementation of Model for Departure Time Choice.* TRISTAN VI konferenssi, Phuket, Thaimaa
- Langhmyr, T. (2010). *Learning from road pricing experience: Introducing a second-generation road pricing system.* *Planning theory and practice*, 2, (1), 67-80.
- Leape J. (2006). *The London Congestion Charge.* *Journal of economic perspectives*, (20), 4, 157-176.
- EUR-Lex (2020). *Sähköiset tiemaksut – kansallisten järjestelmien yhteentoimivuus. Tiivistelmä asiakirjasta Direktiivi (EU) 2019/520 sähköisten tiemaksujärjestelmien yhteentoimivuudesta ja tiemaksujen laiminlyöntiä koskevien tietojen rajatylittävän vaihtamisen helpottamisesta unionissa.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=LEGISSUM:4393764>
- Liikenne- ja viestintäministeriö (2020). *Liikennejärjestelmän kehittämisen laajempien taloudellisten vaikutusten tarkastelukehikko.* Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 2020:5. Liikenne- ja viestintäministeriö, Helsinki.
- Litman T. (2011). *London congestion pricing: implications for other cities.* Victoria Transport Policy Institute. <https://www.vtpi.org/london.pdf>
- Meland S., Tretvik T. ja Welde M. (2010). *The effects of removing the Trondheim toll cordon.* *Transport Policy* 17, 475-485.
- Miljopakken (2020a). *Målsettinger.* Luettu 5.2.2020. <https://miljopakken.no/om-miljopakken/organisasjonen/malsettinger>

Miljøpakken (2020b). Aktorer. Luettu 5.2.2020. <https://miljopakken.no/om-miljopakken/organisasjonen/aktorer>

Miljøpakken (2020c). Flere for bompenger i Trondheim. Julkaistu 13.2.2020. <https://miljopakken.no/nyheter/flere-for-bompenger-i-trondheim>

Ministry of Transport (2018). Review of international road pricing initiatives, previous reports and technologies for demand management purposes. Final Report. Ministry of Transport, New Zealand.

Munford L. (2017). The impact of congestion charging on social capital. *Transportation Research Part A, Policy and Practice*, 97, 192-208.

OECD/ITF (2018). The social impacts of road pricing. ITF Roundtable 170. International Transport Forum. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/social-impacts-road-pricing.pdf>

Pakkanen T. (n.d.) The social and distributional impacts of transport in Helsinki region: What, how, and whom to assess. *Helsingin seudun liikenne*.

Prosam (2019). Holdningsundersøkelse om bomring, trafikk og kollektivtilbud i Oslo og Akershus 1989-2019. Rapport 237. Prosam, Oslo. <http://www.prosam.org/index.php?page=report&nr=237>

Ramjerdi F. (1995). Road Pricing and Toll Financing with Examples from Oslo and Stockholm. Institute of Transport Economics, Norwegian Centre for Transport Research. Oslo, Norway.

Statens Vegvesen (2020a). Historikk. Luettu 02.02.2020 <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/oslopakke3/Faktaside/Historikk?lang=nn>

Statens Vegvesen (2020b). Miljøpakken. Luettu 3.2.2020. <https://www.vegvesen.no/vegprosjekter/miljopakken>

Statens Vegvesen (2020c). Holdningsundersøkelse om bomring, trafikk og kollektivtilbud i Oslo og Akershus 1989-2019. Luettu 20.2.2020. <http://www.prosam.org/index.php?page=report&nr=237>

The Curacao Project (2007). Case studies: Trondheim. Coordination of urban road-user charging online knowledge base. Luettu 13.2.2020. <http://www.isis-it.net/curacao/?content=raccupiproj>

Trafikverket (2020). Congestion tax in Stockholm. Päivitetty 16.4.2020. <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/vag/Trangselskatt--infrastrukturavgifter/trangselskatt-i-stockholm/>

Transport for London (2004). Impacts monitoring: Second Annual Report. Transport for London. <http://content.tfl.gov.uk/impacts-monitoring-report-2.pdf>

Transport for London (2006) Impacts monitoring: Fourth Annual Report. Transport for London. <http://content.tfl.gov.uk/fourthannualreportfinal.pdf>

Transport for London (2008). Impacts monitoring: Sixth Annual Report. Transport for London. <http://content.tfl.gov.uk/central-london-congestion-charging-impacts-monitoring-sixth-annual-report.pdf>

Transport for London (2017). FOI request detail: Freedom of Information. Transport for London. <https://tfl.gov.uk/corporate/transparency/freedom-of-information/foi-request-detail?referenceId=FOI-2271-1617>

Transport for London (2019). Congestion charging and low emission zone key factsheet. Luettu 1.2.2020. <http://content.tfl.gov.uk/cclez-online-factsheet-oct19-dec19.pdf>

Transport for London (2019a). Travel in London. Transport for London. Luettu 5.3.2020. <http://content.tfl.gov.uk/travel-in-london-report-12.pdf>

Transport for London (2020a). Congestion Charge Payments. Luettu 1.2.202. <https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge/paying-the-congestion-charge>

Transport Network (2017). Sadiq Khan considers 'single unified' road charging scheme for London. Luettu 10.3.2020. <https://www.transport-network.co.uk/Sadiq-Khan-considers-single-unified-road-charging-scheme-for-London/14197>

Transportstyrelsen (2020). Hours and amounts in Gothenburg. Päivitetty 21.01.2020. <https://www.transportstyrelsen.se/en/road/Congestion-taxes-in-Stockholm-and-Goteborg/congestion-tax-in-gothenburg/hours-and-amounts-in-gothenburg/>

Urban access regulations (2020). Gothenburg congestion charging scheme. Luettu 15.1.2020. <https://urbanaccessregulations.eu/countries-mainmenu-147/sweden-mainmenu-248/goeteborg-charging-scheme>

Vegamot AS (2020a). Takstgruppe. Luettu 3.2.2020. https://www.vegamot.no/Takster_og_rabatter/Takstgruppe_1.aspx

Vegamot AS (2020b). Avtale. Luettu 3.2.2020. <https://www.vegamot.no/Kundeservice/Avtale.aspx>

Vegamot AS (2020c) Rabatter og fritak. Luettu 3.2.2020. https://www.vegamot.no/Rabatter_og_fritak.aspx

Visit London (2020). London's congestion charge. Luettu 1.2.2020. <https://www.visitlondon.com/traveller-information/getting-around-london/congestion-charge>

Västsvenska paketet (n.d.). Finansiering. Luettu 22.4.2020. <https://www.vastsvenskapaketet.se/info/finansiering/>

West J. ja Börjesson M. (2018). The Gothenburg congestion charges: cost–benefit analysis and distribution effects. *Transportation* 47, 145–174.

Wærsted, K. (2005). Urban tolling in Norway – practical experiences, social and environmental impacts and plans for future systems. Norwegian public roads administration. PIARC seminar, Mexico City. <https://www.piarc.org/ressources/documents/281,2.1-Waersted-0405C11.pdf>

Zabic M. (2011). GNSS-based Road Charging Systems. Assessment of Vehicle Location Determination. Department of Transport, Technical University of Denmark, Lyngby.

Zhang, L., Cirillo, C., Xiong, C. ja Hetrakul, P. (2011). Feasibility and benefits of advanced four-step and activity-based travel demand models for Maryland. Research Report, State Highway Administration.

Huboyo, Haryono & Handayani, Wiwandari & Samadikun, B. (2017). Potential air pollutant emission from private vehicles based on vehicle route. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 70. 012013. 10.1088/1755-1315/70/1/012013.