



Selvitys markkinoilla olevista lipputeknologioista

Lippu- ja maksujärjestelmien yhteentoimivuus -projekti
22.12.2017

Sisältö

1	Johdanto	2
2	Katsaus lipputeknologioihin	3
3	Paras vaihtoehto riippuu käyttötarpeesta	8
4	Yhteenveto.....	8

1 Johdanto

Liikennepalveluilla pyritään hallitusohjelman mukaisesti poistamaan liikennesektorilta uudenlaisten digitalisaatiota hyödyntävien palvelujen kehittämisen esteitä.

Lain ensimmäisen vaiheen tavoitteena on mahdollistaa tie- ja raideliikenteen kertalippujen ja matkustusoikeuksien välittäminen yhdeltä luukulta. Tämän mahdollistamiseksi liikkumispalvelun tarjoajien tulee avata pääsy lippu- ja maksujärjestelmänsä myyntirajapintaan. Myyntirajapinnan kautta tulee olla mahdollista hankkia vähintään perushintainen kertamatkaan oikeuttava lipputuote tai varata yksittäinen matka tai kuljetus, jonka täsmällinen hinta ei ole tiedossa palvelun alkaessa tai joka muusta syystä sovitaan maksettavaksi palvelun päättymisen jälkeen.

Lippu- ja maksujärjestelmien yhteentoimivuus -hankkeen (ns. LIPPU-projektin) tavoitteena on valmistella yhteistyössä alan toimijoiden kanssa lippu- ja maksujärjestelmien yhteentoimivuuden edellyttämät rajapintaspesifikaatiot sekä lipputuotteiden että niihin liittyvien maksujen välittämiseksi.

Tämä taustaselvitys on tehty rajapintaspesifikaatioiden määrittelyn tueksi: selvityksessä tehdään lyhyt katsaus erilaisiin markkinoilla oleviin teknologioihin, joita käytetään tai voidaan käyttää lippujen/matkustus-oikeuksien esittämiseen ja todentamiseen.

Matkustusoikeuksien todentamisesta laissa todetaan seuraavaa:

Tie- ja raideliikenteen henkilökuljetuspalvelun tarjoajan, välityspalvelun tarjoajan tai näiden puolesta lippu- ja maksujärjestelmästä vastaavan toimijan on avattava liikkumispalvelun tarjoajille ja yhdistämispalvelun tarjoajille pääsy lippu- ja maksujärjestelmänsä myyntirajapintaan, jonka kautta voi:

*1) hankkia vähintään perushintaisen kertamatkaan oikeuttavan lipputuotteen johon perustuvan **matkustusoikeuden on oltava todennettavissa helpolla tavalla yleiskäyttöisen teknologian avulla**; tai*

2) varata yksittäisen matkan tai kuljetuksen, jonka täsmällinen hinta ei ole tiedossa palvelun alkaessa tai joka muusta syystä sovitaan maksettavaksi palvelun päättymisen jälkeen.

LIPPU-suositusraajapinnassa ei oteta kantaa siihen, mikä on yleiskäyttöinen teknologia. Sen sijaan rajapinta on määritelty niin, ettei se poissulje minäkään tässä selvityksessä tarkastellun lipputeknologian käyttöä. Näin ollen rajapinnan soveltaminen ei myöskään edellytä toimijoilta merkittäviä uusia teknologiainvestointeja. Rajapintoja avatessaan ja yhteentoimivuudesta sopiessaan toimijoiden tulee kuitenkin valita käytettävät teknologiat siten, että laissa edellytetty yleiskäyttöisyys toteutuu.

2 Katsaus lipputeknologioihin

Yleistä

Tässä selvityksessä on käyty läpi yleisimpiä markkinoilla olevia lipputeknologioita. Lipputeknologiat voidaan jakaa kahteen osaan: lippujen esittämiseen/validointiin käytetyt teknologiat sekä lipun tietosisällön tallentamiseen käytetyt teknologiat. Lisäksi ratkaisuja voidaan jaotella sen perusteella, minkälainen niiden toimintalogiikka on. Selvityksessä käsitellyt tekniikat ja toimintalogiikat on esitetty alla olevassa taulukossa. Siitä käy myös ilmi, kuinka eri tekniikat ovat ristiinkäytettävissä keskenään.

Esitystekniikka	Sisällön tallennustekniikka					Toimintalogiikka	
	Merkki- jonot	QR-koodit yms.	NFC (kortti/ mobiili)	EMV- kortit	Lohko- ketjut	Tunniste- pohjaiset liput	Dynaami- set liput
Tulostettu lippu / visuaalisesti luettava	X				(x) ¹	(x) ²	
Tulostettu lippu / koneluettava		X			(x) ¹	X	
Mobiililippu / visuaalisesti luettava	X				(x) ¹	(x) ²	X
Mobiililippu / koneluettava		X			(x) ¹	X	X
Sähköisesti luettava			X	X	X	X	X

(x)¹ Periaatteessa lohkoketjuun tallennettuun matkustusoikeuteen voi viitata millä tahansa esitystekniikalla.

(x)² Periaatteessa kuljettaja/tarkastaja voi lukea tunnisteiden visuaalisesti ja syöttää sen omaan päätelaitteeseensa validointia varten.

Esitystekniikka

Tulostetut liput

Tulostetulla lipulla tarkoitetaan ”perinteistä” fyysistä matkalippua, joka on tulostettu joko asiakkaan, automaatin tai virkailijan toimesta. Tulostetun lipun aitous ja validius voidaan osoittaa joko lipun fyysisin ominaisuuksin (esim. hologrammit) tai jonkinlaisella koodilla, jonka kuljettaja/tarkastaja validoi omalla päätelaitteellaan. Koodi voi olla joko merkkijono (kuljettaja/tarkastaja syöttää merkkijonon omaan päätelaitteeseensa validointia varten) tai optisesti luettava viiva-, QR- tms. koodi.

Tulostettujen lippujen hyvänä puolena on niiden saavutettavuus: lipun tulostaminen on mahdollista toteuttaa useiden eri kanavien kautta. Lisäksi tulostettu lippu on toimintavarma: se ei esimerkiksi ole riippuvainen matkapuhelimen toiminnasta. Huonona puolena on validoinnin hitaus ja väärinkäytösten helppous. Lisäksi tulostetut liput eivät ole reaaliaikaisia, mikä aiheuttaa haasteita esimerkiksi muutostilanteissa.

Ongelmiensa vuoksi tulostetuista lipuista on pyritty eroon jo vuosia. Niiden saavutettavuuden ja toimintavarmuuden vuoksi on kuitenkin oletettavaa, että ne pysyvät vielä pitkään markkinoilla vähintään rinnakkaisratkaisuna.

Mobiililiput

Mobiililippu tarkoittaa matkustusoikeuden esittämistä sellaisella teknologialla, joka voidaan näyttää matkapuhelimen näytöltä. Näitä ovat mm. PDF,

HTML, digitaaliset kuvat ja applikaatiot. Erilaisia ohjelmistokirjastoja lippujen toteutuksen helpottamiseksi on useita ja lippujen esittäminen voidaan toteuttaa avoimilla ohjelmistoilla. Lippu on helppo näyttää matkapuhelimelta kuljetusvälineen kuljettajalle tai tarkastajalle. Niihin voidaan myös lisätä koneluettavia elementtejä, kuten QR-koodeja (ks. QR-koodit).

Mobiililippujen saavutettavuus ei ole täydellinen: kaikilla kuluttajilla ei ole riittäväillä ominaisuuksilla varustettua matkapuhelinta. Teknologia on myös riippuvainen matkapuhelimen akun kestosta. Yleensä lippu voidaan kuitenkin tulostaa joko asiakkaan, automaatin tai virkailijan toimesta saavutettavuuden lisäämiseksi (ks. tulostetut liput).

Näyttölippujen luotettava todentaminen on haastavaa ilman koneluettavia elementtejä. Toisaalta koneluettavien elementtien kanssa on omia ongelmiaan (ks. QR-koodit).

Sähköisesti luettavat liput

Sähköisesti luettavilla lipuilla viitataan erilaisiin lähilukuun (NFC) tai sirun lukemiseen perustuviin teknologioihin. Teknologia voidaan sisällyttää esimerkiksi matkakorttiin, EMV-korttiin tai matkapuhelimeen.

Sähköisten lippujen hyvinä puolina on validoinnin nopeus ja matkustusoikeyden todentamisen varmuus. Lisäksi sähköisyys mahdollistaa palveluiden reaaliaikaisuuden. Toisaalta saavutettavuus on tietyiltä osin heikko: kaikilla kuluttajilla ei ole EMV-korttia tai riittävän modernia matkapuhelinta. Matkakortti voidaan myöntää kenelle tahansa, mutta käytännössä esimerkiksi turistien kohdalla erillinen kortti on huono ratkaisu. Lisäksi sähköisesti luettavat liput edellyttävät päätelaitteita liikennevälineisiin.

Sähköisesti luettavat liput ovat yleistyneet jo pitkään. Niiden rajoitteiden vuoksi on kuitenkin todennäköistä, että niiden rinnalle tulee jatkossakin tarjota myös vaihtoehtoisia tapoja lipun validoinnille.

Sisällön tallennustekniikka

Merkkijonot

Yksinkertaisimmillaan matkustusosoikeus voidaan esittää merkkijonona, joka tarkistetaan manuaalisesti. Tällaisia ratkaisuja on käytössä useita, kuten taksien varausnumero (taksikuski tarkistaa numeron kyytiin tulevalta matkustajalta suullisesti) sekä matkustajaluettelot (matkustajan nimi tarkistetaan manuaalisesti tämän noustessa kyytiin).

Menetelmän hyvänä puolena on sen yksinkertaisuus ja halpa toteutus. Huonona puolena on manuaalinen validointitapahtuma, joka tekee sen hitaaksi ja alttiiksi virheille ja väärinkäytöksille. Menetelmä toimii esimerkiksi takseissa, joissa tarkistetaan yksi varausnumero kerrallaan. Sen sijaan vaikkapa lähiliikennebussihin se ei sovellu, jotta pysäkkiajat eivät vey kohtuuttomiksi.

Yksinkertaisen toteutuksensa takia menetelmän voi olettaa säilyvän käytössä myös tulevaisuudessa, mutta vain tarkkaan rajatuissa tapauksissa.

QR-koodit yms.

Matkustusoikeus voidaan enkoodata QR-koodiin (tai muuhun vastaavaan 2D-koodiin), joka luetaan optisella validointilaitteella. Tämä teknologia on käytössä esimerkiksi VR:n junalipuissa.

Hyvänä puolena teknologiassa on saavutettavuus: matkustusoikeus voidaan tulostaa paperille, näyttää matkapuhelimelta tai tulostaa lippuautomaatista. Huonoina puolina on QR-koodin lukemisen hitaus ja se, että koodiin voidaan enkoodata vain rajallinen määrä tietoa. Näin ollen koodiin ei esimerkiksi voi sisällyttää useita matkustusoikeuksia. Teoriassa koodin kooka voisi kasvattaa, mutta silloin lukuvirheet lisääntyisivät varsinkin matkapuhelimen näyttöä käytettäessä.

Viivakoodi olisi QR-koodia huomattavasti nopeampi ja varmempi lukea, mutta siihen pystytään sisällyttämään vain erittäin rajallinen määrä informaatiota, joten käytännössä siihen ei voi sisällyttää matkustusoikeuden edellyttämiä tietoja.

QR-koodien lukemisen hitaus ja rajoitukset QR-koodiin sisällytettävän tiedon määrästä johtanevat vähin erin sen käytön vähentymiseen. Tietyissä käyttötapauksissa sen käyttö jatkunee kuitenkin vielä vuosia.

NFC (kortti & mobiili)

Near Field Communication (NFC) on lähilukemiseen kehitetty teknologia. Sen avulla validointilaitte voi lukea matkakortteja tai kommunikoida mobiililaitteiden kanssa. NFC-teknologiaan perustuvia matkakortteja on ollut käytössä jo pidemmän aikaa. Matkakortteihin voidaan tallentaa riittävästi tietoa matkaoikeuden esittämiseksi ja validoimiseksi ja niiden lukeminen on nopeaa. Tämän vuoksi matkakorttien käyttäminen helppoa, nopeaa ja varmaa. Matkakortti myös voidaan myöntää kenelle tahansa, joten sen saavutettavuus on hyvä.

Matkakortin huonona puolena on, että matkaoikeus tulee siirtää (ladata) kortille tavalla tai toisella. Tämä edellyttää erillisten latauslaitteiden käyttöä esimerkiksi kauppojen ja kioskien tarjoamana. Mikäli matkaoikeus ostetaan verkosta, tulee se sen jälkeen ladata kortille esimerkiksi liikennevälineen latauslaitteella. Periaatteessa myös nykyaikaista matkapuhelinta voitaisiin käyttää matkaoikeuden siirtämiseen kortille, mutta käytännössä tällöin kannattaa käyttää itse matkapuhelinta matkustusoikeuden tallentamiseen.

Hankalan lataamisensa vuoksi NFC-pohjaisten matkakorttien käyttö vähentyy tulevaisuudessa, joskin siirtyminen muihin ratkaisuihin kestää vuosia. Yksi vaihtoehto olisi NFC-tuen omaavien matkapuhelinten käytön yleistyminen. Useissa matkapuhelimeissa tuki jo on. Merkittävä poikkeus on Applen iPhonet, joiden NFC-tuki on siinä määrin rajoitettu, ettei sillä voida toteuttaa riittäviä toiminnallisuuksia. Matkapuhelinpohjaisissa ratkaisuissa pitää myös ratkaista se, miten matkaoikeus varmistetaan tilanteissa, joissa puhelimen virta on loppunut. Käytännössä tämä edellyttää rinnakkaisen teknologian käyttöä.

Tulevaisuudessa matkapuhelimien NFC-tuki paranee ja näin teknologian saavutettavuus laajenee. On kuitenkin epätodennäköistä, että teknologian kattavuus kasvaisi missään vaiheessa niin suureksi, että se riittäisi ainoaksi ratkaisuksi joukkoliikennematkojen todentamiseen.

EMV-kortit

EMV:llä (lyhenne sanoista Europay, Mastercard, Visa) tarkoitetaan uusia älymaksukortteja, joissa on NFC-tekniologialla toteutettuja etäluominaisuuksia (ks. NFC). Maksamisen lisäksi kortteja onkin otettu käyttöön myös matkustusoikeuksien todentamiseen esimerkiksi Lontoon alueen joukkoliikenteessä. Teknologian houkuttelevuus liittyy älymaksukorttien yleistymiseen: uudemmat maksukortit pitävät sisällään etäluettavan sirun ja kortit uusitaan yleensä kolmen vuoden välein. Tällöin matkustaja pystyy käyttämään jo hänen olemassa olevaa korttia matkustamiseen, eikä hänen tarvitse hankkia erillistä lippua tai korttia. Tämä on erityisen houkuttelevaa turisteille ja satunnaisille matkustajille.

Teknologian avulla voidaan toteuttaa erilaisia matkustusoikeustyyppisiä. Sillä voidaan toteuttaa kertalippu, jolloin EMV:tä tukevalla kortilla voidaan veloittaa matkustusoikeuden hinta kuljetusvälineeseen noustessa. Sillä voidaan toteuttaa myös päivälippu, jolloin kortilla todennetaan kaikki päivän aikana tehdyt matkat ja veloitetaan jälkikäteen tietty päiväkohtainen hinta. Lisäksi sillä voidaan toteuttaa kausilippu, jolloin asiakas maksaa kauden etukäteen ja matkustusoikeus sidotaan asiakkaan maksukorttiin. Tällaiset päivä- ja kausiliput pitävät aina sisällään matkustajan tunnistamisen (ks. tunnistepohjaisuus).

Teknologian suurin haaste on sen heikohko kattavuus: kaikilla asiakkailla ei ole maksukortteja, joissa olisi etäluokukyvyyttä. Näin ollen liikennevälineisiin tarvitaan myös rinnakkainen maksu-/todennustekniologia. Lisäksi haasteena on se, että EMV-tekniologia luo riippuvuuden näitä kortteja myöntäviin tahoihin. Tällöin kustannuksiin liittyvät riskit ovat suuret ja lisäksi matkustukseen liittyvä data on lähtökohtaisesti näiden toimijoiden hallussa.

Lohkoketjut

Lohkoketju-tekniologia (blockchain) on mm. Bitcoin- ja Ethereum-kryptovaluuttojen taustalla. Lohkoketju on jatkuvasti kasvava lista lohkoja, jotka on linkitetty toisiinsa kryptografisesti. Kryptografisella linkityksellä varmistetaan tiedon luotettavuus. Käytännössä lohkoketju on hajautettu tietokanta, jonka lohkoihin voitaisiin tallentaa tieto matkusoikeuksista. Tällöin jokaisessa validointilaitteessa olisi tallennettuna koko tietokanta ja matkusoikeudentarkistus voitaisiin tehdä lokaalisti, nopeasti ja luotettavasti etsimällä lohkoketjusta vastaava transaktio-id.

Haittapuolena on, että validointilaitteet vaativat online-yhteyden uusien lohkojen päivittämiseksi tietokantaan. Lähtökohtaisesti lohkoketjuista ei poisteta tietoa, joten niiden koko kasvaa jatkuvasti. Tästä syystä niiden käyttäminen validointilaitteissa on haastavaa. Nykyisten toteutuksien kanssa on myös tiedon lisäämiseen liittyviä suorituskykyongelmia, johtuen käytetystä konsensus-prosessista. Nämä haasteet voivat johtaa tilanteisiin, jossa validointilaitetta ei voi käyttää tietokannan päivittytyessä.

Lohkoketju-tekniologian hajautettu olemus, muuttamattomuus ja kryptografisesti vahvennettu sisältö tekevät siitä mielenkiintoisen vaihtoehdon matkustusoikeuksien tallennukseen ja verifiointiin. Toistaiseksi tekniologia on kuitenkin kehitysasteella. Lohkoketjuja kuitenkin tutkitaan ja kehitetään aktiivisesti ja on käytännössä varmaa, että tulevaisuudessa tekniologiaa voidaan hyödyntää myös tällä saralla.

Toimintalogiikka

Tunnistepohjaiset liput

Tunnistepohjaiset ratkaisut ovat viime aikoina olleet aktiivisen kiinnostuksen kohteena. Ajatuksena on, että matkustusoikeus esitetään tunnisteena. Tunniste voi identifioida joko henkilön tai esimerkiksi tietyn matkakortin.

Tunnisteen ideana on, että validointilaitte todentaa siihen liitetyt matkustusoikeudet reaaliaikaisesti taustajärjestelmästä (erona esimerkiksi perinteiseen matkakorttiin, jossa matkustusoikeuden tiedot on sisällytetty itse korttiin). Vaihtoehtoisesti päätelaite voi hakea säännöllisin väliajoin listan voimassa olevista matkustusoikeustunnisteista ja tekee tarkistuksen tätä listaa vasten. Kummassakin tapauksessa validointilaitte vaatii luotettavan tietoliikenneyhteyden taustajärjestelmiin. Jos tarkistus tehdään aina taustajärjestelmästä, itse validointilaitte voi olla teknisesti todella yksinkertainen.

Matkaketjut lisäävät hiukan tunnistepohjaisen tunnistamisen monimutkaisuutta. Ellei käytössä ole keskitettyä järjestelmää, josta tunniste voidaan tarkistaa, tulee jokaiselle eri kuljetusyhtiön etapille laatia oma tunniste. MaaS-operaattoreiden toteuttamat sovellukset voivat kuitenkin ratkaista tähän liittyvän käytettävyysongelman: sovellukset voidaan toteuttaa niin, ettei asiakkaan tarvitse huolehtia eri tunnisteista, vaan sovellus tarjoaisi vaadittavan tunnisteen automaattisesti matkustusoikeuden tarkistuksessa.

Tunnistepohjaisuuden yksi tärkeimmistä eduista on sen joustavuus ja skaalautuvuus: tunniste voidaan toteuttaa joustavasti millä tahansa teknologialla (merkkijono, QR, NFC, yms.). Tämä avaa palveluntarjoajille mielenkiintoisia ratkaisuja: esimerkiksi teatteri- tai konserttilippuihin voidaan helposti liittää matkustusoikeuksia, mikä tekee kuljetusvaihtoehdosta houkuttelevan kyseisille asiakkaille.

Dynaamiset liput

Dynaaminen lipputyyppe tarkoittaa lippua, joka muuttuu ajan kuluessa. Toteutus voi olla esimerkiksi QR-koodina esitettävä matkustusoikeus, jossa QR-koodi päivitetään 15 minuutin välein ja validointi tehdään tätä uusinta koodia vasten. Vanhoja koodeja ei hyväksytä validina matkustusoikeutena. Tämä tekee haastavammaksi matkustusoikeuden väärentämisen.

Dynaamisten lippujen toteutus vaatii tukea sekä validointilaitteilta että matkustusoikeuden esittämiseen tarkoitetuilta laitteilta. Tämä lisää järjestelmien toteutuskustannuksia. Toteutukset nojaavat usein yrityksiensä hallussa oleviin immateriaalioikeuksiin, joiden käyttö edellyttää lisensointia. Kustannuksien ohella syntyy riski kirjastoriippuvuuksista: yhdistämispalvelu voi joutua lisensoimaan kuljetuspalvelun käyttämän teknologian, mikäli haluaa tehdä integraation tämän rajapintaan. Hankalimmissa tapauksissa tämä voi jopa estää integroinnin, mikäli lisensoitava teknologia ei ole saatavissa yhdistelmäpalvelun käyttämällä ohjelmistoalustalla.

3 Paras vaihtoehto riippuu käyttötarpeesta

Valittu teknologia vaikuttaa erittäin merkittävästi järjestelmän kustannuksiin. Halvin ratkaisu on merkkijonoon perustuva tulosteena tai matkapuhelimelta näytettävä lippu. Toisaalta se on myös hitain käyttää ja alttein väärinkäytöksille, eikä siten sovellu suuren volyymin liikenteeseen. Joustavin ja monipuolisin ratkaisu on tunnistepohjainen online-järjestelmä, mutta sen luotettava toteuttaminen on teknologisesti haastavaa ja kallista, ja edellyttää vielä pitkään rinnakkaisen varateknologian käyttöä.

Valittu teknologia vaikuttaa myös seurattavuuteen ja väärennyksien havaittavuuteen. Jos matkustusoikeus todennetaan sähköisesti, pystytään keräämään tietoa siitä, missä ja koska matkustusoikeudet on käytetty. Näillä tiedoilla pystytään määrittelemään esimerkiksi kuljetusvälineiden toteutuneet käyttöasteet. Jos lipputeknologia perustuu esimerkiksi matkapuhelimen näytöltä kuljettajan tai tarkastajan tekemään manuaaliseen varmenukseen, tiedon kerääminen on huomattavasti haastavampaa.

Myös lipun aitouden varmistaminen on oleellinen osa lipputeknologiaa; hyvillä ratkaisuilla voidaan minimoida väärennettyjen lippujen käyttö. Sähköisissä lipputeknologioissa vahva matkustusoikeuden autenttisuuden tarkistaminen voidaan toteuttaa joko online-yhteydellä reaaliaikaisesti tai käytämällä vahvoja kryptografisia menetelmiä.

Reaaliaikaisessa matkustusoikeuden tarkistamisessa matkustusoikeus lähekkään validointilaitteelta tarkistettavaksi palvelimelle, jossa on tieto valideista matkustusoikeuksista. Vaihtoehtoisesti validointilaitteet voivat ladata listan valideista matkustusoikeuksista ja tehdä varmistuksen tätä listaa vasten paikallisesti. Molemmissa tapauksissa vaaditaan toimintavarma online-yhteys validointilaitteelle, joka asettaa haasteita toteutukselle. Kryptografisissa menetelmissä matkustusoikeus varmistetaan allekirjoittamalla se sähköisesti salaisella avaimella ja validoimalla matkustusoikeus julkisella avaimella. Tämän ratkaisun huonona puolena on avainten hallinta ja suojaaminen, joka vaatii omat prosessinsa ja tarkkaa suunnittelua.

Sähköisiin matkustusoikeusjärjestelmiin voidaan lisätä myös analytiikkaa petoksien havaitsemiseksi: jos samaa matkustusoikeutta käytetään samaan aikaan kahdessa eri paikassa, voidaan olettaa jonkinlaista petosta.

4 Yhteenveto

Selvityksen perusteella voidaan todeta, ettei ainakaan vielä ole olemassa sellaista teknologiaa tai teknologioiden yhdistelmää, joka soveltuisi kaikkiin tilanteisiin. Yksi keskeinen syy tälle se, että liikennepalveluiden tulee olla kaikkien ihmisten saavutettavissa. Tämä poissulkee esimerkiksi ratkaisut, jotka perustuvat yksinomaan älypuheliiniin tai EMV-kortteihin. Toinen keskeinen syy on kustannukset: pienen volyymin liikennepalveluilta ei voida edellyttää investoimista raskaisiin sähköisiin järjestelmiin.

Onkin oletettavaa, että markkinoilla on jatkossakin useita erilaisia lipputeknologioita erilaisiin tarpeisiin. Ao. taulukossa vedetään yhteen eri teknologioiden hyvät ja huonot puolet.

TEKNIikka	Kaikkien saavutettavissa	Investointikustannukset	Väärennöksien havaitseminen	Tulostaminen	Validointinopeus	Online-vaatimus
Tulostetut liput	Kyllä	Pienet	Ei ¹	(Kyllä)	Hidas ¹	Ei
Mobiililiput	Ei	Kevyet	Ei ¹	Kyllä ¹	Hidas ¹	Kyllä / Ei ¹
Sähköluettavat liput	Kyllä ²	Isot	Kyllä	Ei	Nopea	Ei / Kyllä ¹
Merkkijonot	Kyllä	Kevyet	Ei ¹	Kyllä	Hidas	Ei
QR-koodit yms.	Kyllä	Isokot	Ei ¹	Kyllä ³	Hidas	Kyllä / Ei ¹
NFC (kortti & mobiili)	Kyllä ²	Isot	Kyllä	Ei	Nopea	Kyllä / Ei ¹
EMV-kortit	Ei	Isot ⁴	Kyllä	Ei	Nopea	Kyllä / Ei ¹
Lohkoketjut	Ei	Isot	Kyllä	Ei ¹	Nopea ¹	Kyllä
Tunniste-pohj. liput	Kyllä	Isot	Kyllä	Ei ¹	Nopea ¹	Kyllä / Ei ⁵
Dynaamiset liput	Ei	Isot	Kyllä	Ei	Hidas ¹	Kyllä / Ei ⁵

1. Riippuu toteutuksesta.
2. Tietyt tekniikat, esim. NFC-matkakortti voidaan myöntää kenelle tahansa.
3. Tulostuksen laatu vaikuttaa QR-koodien validoinnin onnistumiseen.
4. Riippuu osaltaan EMV-tekniikan lisensseistä.
5. Riippuu toteutuksesta ja reunaehdoista.

Viestintävirasto

PL 313

Itämerenkatu 3A

00181 Helsinki

puh: 0295 390 100

fax: 0295 390 270

www.viestintävirasto.fi