

Sähköinen äänestäminen

Jukka Pitkänen

Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Tietojenkäsittelyoppi
Pro gradu -tutkielma
Ohjaaja: Pirkko Nykänen
Toukokuu 2008

Tampereen yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Tietojenkäsittelyoppi
Jukka Pitkänen: Sähköinen äänestämisen
Pro gradu -tutkielma, 59 sivua
Toukokuu 2008

Ympäri maailmaa on käynnissä runsaasti erilaisia sähköisen äänestämisen hankkeita. Monissa maissa on mahdollista äänestää sähköisesti äänestyspaikalla erilaisia menetelmiä käyttäen. Kiinnostus on kuitenkin alkanut kohdistua enenevässä määrin sähköiseen etä-äänestämiseen. Viro on eturivissä sähköisessä etä-äänestämisessä, sillä siellä on jo kaksissa vaaleissa ollut mahdollista äänestää Internetissä. Britannian lähtökohtana sähköisessä äänestämisessä on puolestaan ollut monikanavaisuus. Britannian kokeiluissa on ollut mahdollista äänestää sähköisesti joko matkapuhelimella, tavallisella puhelimella, Internetissä, äänestyspaikoissa tai äänestyskioskeissa. Sähköinen äänestämisen on vaikuttanut toimivan hyvin Euroopassa, mutta Yhdysvalloissa kehitys on ollut hidasta, ja ongelmia vanhojen sähköisten äänestysmenetelmien kanssa on ollut runsaasti. Suomessa sähköinen äänestämisen on tulossa kokeiluun vuoden 2008 kunnallisvaaleissa kolmessa kunnassa: Karkkilassa, Kauniaisissa ja Vihdissä. Suomessa sähköisen äänestämisen pilotointi ei kuitenkaan kohdistu etä-äänestämiseen, vaan äänestämisen sähköisesti tehdään äänestyspaikalla.

Tässä tutkielmassa on tarkoitus tutkia sitä miten sähköistä äänestämistä on toteutettu maailmalla ja miten Suomessa on lähdetty etenemään. Tarkoituksena on selvittää myös sitä, mitä muiden maiden kokemuksista voidaan oppia. Tutkielmassa käsitellään lisäksi Suomen vaalilainsäädäntöä, sähköisiä tunnistamismenetelmiä, sähköisen äänestämisen ominaisuuksia ja lähtökohtia sekä sähköisen äänestämisen toteutustapoja.

Avainsanat ja -sanonnat: Sähköinen äänestämisen, sähköinen äänestysjärjestelmä, sähköinen tunnistaminen, vaalit.

Sisällys

1.	Johdanto.....	1
2.	Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen toteutus.....	4
3.	Suomen vaalilainsäädäntö ja vaalit.....	5
3.1.	Vaalilaki.....	5
3.1.1.	Vaalilain muutosesitys.....	5
3.1.2.	Perusperiaatteita.....	6
3.1.3.	Äänioikeudesta.....	7
3.1.4.	Ennakköäänestyksestä.....	7
3.1.5.	Vaalipäivän äänestys.....	8
3.1.6.	Sähköinen äänestäminen.....	9
3.1.7.	Ääntenlaskenta.....	10
3.2.	Kansanäänestykset.....	11
3.3.	EU:n lainsäädäntö.....	11
4.	Sähköiset tunnistamismenetelmät.....	13
4.1.	Käyttäjätunnus ja salasana.....	13
4.2.	Kertakäyttöiset salasanat.....	14
4.3.	Varmenteisiin perustuvat menetelmät.....	15
4.4.	Biometrinen tunnistaminen.....	16
4.5.	Vetuma.....	18
5.	Sähköinen äänestysjärjestelmä.....	19
5.1.	Lähtökohtia, ominaisuuksia ja vaatimuksia.....	19
5.1.1.	Yleisyys.....	19
5.1.2.	Vaalivapaus.....	20
5.1.3.	Vaalisalaisuus.....	21
5.1.4.	Yhtäläisyys.....	22
5.1.5.	Välittömyys.....	23
5.1.6.	Demokraattisuus.....	23
5.2.	Toteutustavat.....	24
5.2.1.	Äänestyslippujärjestelmät.....	25
5.2.2.	Tallentavat äänestyskoneet.....	25
5.2.3.	Online-äänestäminen.....	26
5.2.3.1.	Äänestyspaikka.....	26
5.2.3.2.	Kioskiäänestäminen.....	27
5.2.3.3.	Etä-äänestäminen.....	27
5.3.	Edut.....	28
5.4.	Riskit.....	29

6.	Sähköisen äänestämisen tilanne meillä ja muualla.....	32
6.1.	Suomi, ensiaskeleet tulossa.....	32
6.1.1.	Taustaa.....	32
6.1.2.	Sähköinen äänestysjärjestelmä.....	35
6.2.	Viro, etä-äänestämisen edelläkävijä.....	37
6.2.1.	Taustaa.....	37
6.2.2.	Sähköisen HST-kortin levinneisyys mahdollistajana.....	38
6.2.3.	Pilotointi 2005.....	38
6.2.4.	Kunnallisvaalit 2005.....	39
6.2.5.	Parlamenttivaalit 2007.....	40
6.3.	Britannia, monikanavainen kokeilija.....	40
6.3.1.	Taustaa.....	40
6.3.2.	Monikanavaisuus.....	41
6.3.3.	Pilotointi 2002.....	42
6.3.4.	Pilotointi 2003.....	43
6.4.	Yhdysvallat, skandaaleja etäkokeiluja.....	43
6.4.1.	Taustaa.....	43
6.4.2.	Demokraatit Arizonassa 2000.....	45
6.4.3.	Republikaanit Alaskassa 2000.....	46
6.5.	Brasilia, tallentavien äänestyskoneiden konkari.....	47
6.5.1.	Tallentavat äänestyskoneet.....	47
6.5.2.	Kritiikki.....	47
7.	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	49
	Viiteluettelo.....	54

1. Johdanto

Tieto- ja viestintäteknologian kehitys on johtanut siihen, että palveluita siirretään julkisella sektorilla yhä enemmän sähköisesti saataville. Osa palveluista on siirretty kokonaan sähköiseen muotoon, tai sähköisesti voidaan asioida perinteisten menetelmien lisäksi. Kehitys sähköisiin asiointipalveluihin siirtymisessä on ollut nopeaa 2000-luvun aikana. Ensin kaupallisten palveluiden tarjoajat, kuten esimerkiksi pankit, teleoperaattorit ja kaupat, siirsivät toimintojaan käytettäväksi Internetiin. Julkisella sektorilla sähköisesti voidaan asioida esimerkiksi Kansaneläkelaitoksen, verohallinnon ja korkeakoulujen palveluissa. Suomessa tieto- ja viestintäteknologian käyttö on erittäin laajaa, vuonna 2007 Internetiä käytti 79 prosenttia väestöstä. Kaikista käyttäjistä 75 prosenttia käytti Internetiä viikoittain [Tilastokeskus, 2007]. Huomioitavaa on, että Internetin käyttäjistä 84 prosenttia käytti verkkopankkien palveluita.

Koska viranomaistoiminnassa on kyse lakisääteisten tehtävien hoitamisesta, viranomaisten tarjoamia sähköisiä asiointipalveluita säädellään eri tavalla kuin kaupallisten organisaatioiden tarjoamia palveluita. Tämä on johtanut siihen, että on ollut välttämätöntä säätää lakeja, jotta voitaisiin taata tasapuolinen kohtelu kaikille, jotka hyödyntävät viranomaisten tarjoamia palveluita. Sähköisten palveluiden tekninen kehittyminen on johtanut myös siihen, että on alettu pohdita keinoja, jotka mahdollistaisivat sähköisten äänestämismenetelmien hyödyntämisen yleisten vaalien yhteydessä. Äänestämiseen ja ennen kaikkea yleisiin vaaleihin liittyy vaatimuksia, joilla pyritään turvaamaan vapaat, salaiset, tasarvoiset ja välittömät vaalit. Äänioikeutetun henkilöllisyyden tunnistaminen ja äänestysoikeuden tarkastaminen sekä vaalisalaisuuden ja vaalivapauden turvaaminen ovat perinteiselläkin tavalla toteutetuissa vaaleissa tärkeitä asioita. Samat seikat pätevät myös sähköiseen äänestämiseen.

Sähköiselle äänestämislle asetettuja vaatimuksia voidaan verrata tietyllä tasolla muihin sähköisiin asiointipalveluihin. Pankit ovat tarjonneet sähköisiä palveluita jo pitkään, ja niitä on ollut mahdollista käyttää sekä Internetin välityksellä että mobiililaitteilla. Kansaneläkelaitoksella on käytössä etuuksien käsittelyyn liittyviä sähköisiä palveluita ja myös terveydenhuollon tietojärjestelmiin

ollaan suunnittelemassa sähköisiä potilastietopalveluita. Näiden sähköisten palveluiden käytön on oltava tietoturvaltaan erittäin korkealla tasolla, sillä niiden toiminnot ovat tiukasti säädeltyjä ja siten rinnastettavissa sähköisen äänestämisen tietoturvallisuuteen ja tietosuojaan.

Sähköisten potilastietojen käsittelyyn liittyy arkaluontoista ja salassa pidettävää tietoa, jota saavat käsitellä vain ne, joilla sitä on oikeus käsitellä. Henkilön terveydentilaa kuvaavat tiedot kuuluvat yksityisen elämän suojan piiriin. Sähköisten potilastietojärjestelmien kehityksessä on painotettu sitä, että henkilön tulee saada itse päättää, kuka saa potilastietoja nähtävilleen. Tämänkaltaisen järjestelmä vaati vahvaa tunnistautumista esimerkiksi joko sähköisen henkilökortin tai pankkitunnuksien avulla.

Pankkien tarjoamat sähköiset asiointipalvelut ovat olleet jo pitkään käytössä. Pankkien sähköisten palveluiden turvaamisen kannalta on olennaista, että ainoastaan tilin käsittelyyn oikeutetut henkilöt pääsevät käyttämään pankkitietoja sähköisesti. Pankit ovat itse luoneet tunnistautumisjärjestelmän kertakäyttöisten salasanojen avulla. Kirjautumisen lisäksi moni verkkopankkipalvelu vaatii vielä esimerkiksi toimeenpantujen maksujen vahvistamisen erillisellä tunnusluvulla. Pankkien tunnistautumispalvelua hyödynnetään laajalti myös viranomaisten tarjoamissa sähköisissä palveluissa.

Kansaneläkelaitoksen sähköisiä palveluita voidaan käyttää sähköisellä henkilökortilla tai pankkitunnuksilla. Myös Kansaneläkelaitoksen sähköiset etuuspalvelut sisältävät arkaluontoista tietoa, sillä jo pelkästään Kansaneläkelaitoksen asiakkuus on arkaluontoisena pidettävä asia. Täten myös näissä palveluissa vahva käyttäjän tunnistaminen on perusteltua.

Sähköiselle äänestysjärjestelmälle voidaan johtaa lähtökohdat lainsäädännöstä. Sähköisen äänestysjärjestelmän keskeisiä ominaisuuksia määriteltäessä lainsäädäntö on merkittävin vaikuttava tekijä. Äänestämiseen liittyvät keskeiset ominaisuudet ovat vaalien yleisyys, vaalivapaus ja -salaisuus, yhtäläinen äänioi-

keus sekä vaalien välittömyys. Nämä ominaisuudet tulee sähköisen äänestysjärjestelmän toteuttaa.

Sähköinen äänestysjärjestelmä voidaan toteuttaa joko äänestyslipun merkitsijöillä ja niiden lukijoilla, tallentavilla äänestyskoneilla tai verkkoyhteyksin varustetuilla äänestyslaitteilla. Yksi tämän hetken eniten keskustelua herättäneistä teemoista on sähköinen etä-äänestäminen. Etä-äänestäminen on mullistamassa sekä sähköisen äänestämisen että perinteisen tavan äänestää. Maailmalla on äänestetty sähköisesti joko valtakunnallisesti tai sähköinen äänestysmenetelmä on ollut pilotoinnissa määritellyillä äänestysalueilla. Suomessa on vasta tulossa ensimmäinen yleisissä vaaleissa suoritettava kokeilu sähköisestä äänestämisestä. Virossa puolestaan on ollut mahdollista äänestää sähköisesti etänä jo kaksissa vaaleissa. Britanniassakin on pilotoitu sähköistä äänestämistä varsin laajasti ja useilla eri toteutustavoilla. Brasiliassa sähköinen äänestäminen on ollut mahdollista tallentavien äänestyskoneiden avulla jo vuosien ajan. Myös Yhdysvalloissa sähköisessä äänestämisessä on useimmiten käytetty tallentavia äänestyskoneita, mutta sähköistä etä-äänestämisestäkin on saatu joitain kokemuksia.

2. Tutkimuskysymykset ja tutkimuksen toteutus

Tässä tutkielmassa sähköistä äänestämistä keskitytään tutkimaan erityisesti Suomen kannalta. Tutkimuksessa tarkastellaan, millaisia vaikutuksia lainsäädännöllä on sähköiseen äänestämiseen, millaisia tunnistamismenetelmiä voidaan käyttää, mitä lähtökohtia, ominaisuuksia ja vaatimuksia tulee asettaa sähköiselle äänestysjärjestelmälle sekä millaisilla eri tavoilla sähköinen äänestäminen Internetiä käyttäen voidaan toteuttaa. Lisäksi tapausesimerkkien kautta pyritään havainnollistamaan, missä sähköisessä äänestämisessä ollaan menossa Suomessa ja muualla maailmalla. Tutkimuksessa pohditaan myös sitä, mitä näistä esimerkeistä voidaan oppia.

Sähköisen äänestämisen tilannetta Suomessa ja muualla kartoittava osuus on kirjalliseen materiaalin perustuvaa survey-tyyppistä tapaustutkimusta. Survey-tyyppinen tapaustutkimus sopii tähän tutkimukseen hyvin, koska tarkoituksena on selvittää, miten sähköistä äänestämistä on eri maissa toteutettu. Lisäksi, tutkielmassa perehdytään kirjallisen materiaalin pohjalta teoreettisemmalla tasolla sähköisen äänestysjärjestelmän toteuttamisen ominaisuuksiin ja vaatimuksiin.

Tutkimus on jaoteltu rakenteeltaan neljään pääkohtaan. Ensimmäisenä tutkielmassa tarkastellaan Suomen lainsäädäntöä vaaleihin ja äänestämiseen liittyen. Toisena tarkasteltavana asiana ovat sähköiset tunnistamismenetelmät, joita tarvitaan erityisesti etä-äänestämisessä. Kolmannessa pääkohdassa tarkastelun alla ovat sähköisen äänestysjärjestelmän vaatimukset sekä se, miten sähköinen äänestäminen voidaan käytännössä toteuttaa. Neljännessä pääkohdassa tutkitaan esimerkkien avulla sitä, miten Suomessa ja muualla on lähdetty toteuttamaan sähköistä äänestämistä.

3. Suomen vaalilainsäädäntö ja vaalit

Vaaleihin ja äänestämiseen liittyy runsaasti lainsäädäntöä. Lainsäädännöllä säännellään erityisesti yleisiä vaaleja. Suomen vaalilainsäädäntöä on syytä tarkastella, koska lainsäädäntö on merkittävin sähköiseen äänestämiseen vaikuttava osatekijä. Tutkimuksessa ei oteta kantaa muiden maiden vaalien lainsäädäntöön, sillä ne eivät kuulu tutkielman aihepiiriin. Tutkielman kannalta on olennaista tarkastella varsinaisiin vaaleihin ja erityisesti äänestämiseen liittyvää lainsäädäntöä. Puoluelakia ja vaalirahoituslakia tai muita lain kohtia, joilla ei ole vaikutusta itse äänestämiseen ja äänestysjärjestelmään, ei ole kuitenkaan syytä ottaa tässä tutkielmassa tarkasteltavaksi.

Demokraattiset vaalit ja äänioikeus on turvattu perustuslailla. Perustuslaki tarjoaa pohjan vaaleille ja äänioikeudelle. Perustuslain 14. pykälä määrittelee, että jokaisella Suomen kansalaisella, joka on täyttänyt kahdeksantoista vuotta, on oikeus äänestää valtiollisissa vaaleissa. Pykälä määrittää myös sen, että kunnallisissa vaaleissa saavat äänestää myös Suomessa vakituisesti asuvat ulkomaan kansalaiset. Itse vaalikelpoisuutta kyseinen pykälä ei määritä, vaan siitä säädetään muualla. Perustuslain 25. pykälässä säädetään, että vaalien tulee olla välittömät, suhteelliset ja salaiset. Perustuslaki säätää vaaleista päätasolla, jota muussa lainsäädännössä tarkennetaan. [L731, 1999]

Kuntalaissa säädetään siitä, miten edustajien valinta kunnallisvaaleissa toteutetaan sekä siitä, kenellä on äänioikeus. Samoin kuin valtakunnallisissa vaaleisakin, kunnallisvaalit ovat välittömät, suhteelliset, salaiset, ja kaikilla on niissä yhtäläinen äänioikeus. Kunnallisvaaleista säädettiin ennen kunnallisvaalilaissa, joka kumottiin 1998. Nykyään kunnallisvaaleista säädetään vaalilaissa. [L365, 1995]

3.1. Vaalilaki

3.1.1. Vaalilain muutosesitys

Vuonna 2005 hallitukselle tehtiin oikeusministeriön toimesta vaalilakiin liittyvä ehdotus, joka mahdollistaisi sähköisen äänestämisen. Esityksen taustaan liittyy

oikeusministeriön hanke vaalitietojärjestelmän teknisestä uudistamisesta vastaamaan paremmin nykyisiä tekniikoita. Tässä yhteydessä oli mietitty myös uudistuksia, joilla voitaisiin mahdollistaa sähköinen äänestämisen yleisissä vaaleissa. Vaalilain muutosesityksessä olennaista on sähköisen äänestämisen mahdollistaminen äänestyspaikoissa. Esityksessä tavoitteiksi otettiin viranomaistyön helpottaminen, äänestämisen nopeutuminen ja näistä aikaan saadut kustannussäästöt [HE 14/2006]. Keskeistä ehdotukselle oli, että aluksi sähköinen äänestämisen otettaisiin käyttöön kolmessa kunnassa, ja seuraavissa vaaleissa sähköisesti voitaisiin äänestää useammassa kunnassa. Esityksessä pohdittiin taloudellisia sekä viranomaisen toimintaan, ympäristöön ja yhteiskuntaan kohdistuvia vaikutuksia. Esiitetty muutos vaalilakiin tuli voimaan pienin muutoksin vuonna 2006. Esityksessä oli huomioitavaa, että sähköinen äänestämisen olisi haluttu ottaa jo käyttöön vuoden 2007 eduskuntavaaleissa, mutta sähköinen äänestämisen koskeekin vuoden 2008 kunnallisvaaleja [HE 14/2006]. Vaalilain muutos on voimassa vuoden 2007 alusta vuoden 2008 loppuun. [L714, 1998]

3.1.2. Peruseriaatteita

Vaalilaki täsmentää tarkemmin sitä, mitä perustuslaissa ja kuntalaissa säädetään vaaleista. Vaalilaissa säädetään siitä, miten eri vaalit (eduskuntavaalit, presidentinvaalit, kunnallisvaalit ja EU-vaalit) toimitetaan, miten vaalipiirit jaetaan, miten vaalikelpoisuus määrätään sekä kenellä on äänioikeus [L714, 1998]. Vaalilain säädösten perusteella vaaleja varten voidaan luoda perusjärjestelmä, jonka avulla voidaan ylläpitää vaalitietoja, ehdokkaita, vaalipiirejä ja äänioikeutettuja. Kaikille vaaleille on yhteistä, että ne ovat välittömät ja salaiset, ja että kaikilla on niissä yleinen ja yhtäläinen äänioikeus. Vaalilain 4. pykälässä säädetään ennakkoäänestyksen ja varsinaisen vaalipäivän äänestyksen toimittamisesta. Tällä on merkitystä erityisesti äänioikeuden käytön kannalta, jotta henkilö ei voisi äänestää useampaan kertaan.

Ylimpänä vaaliviranomaisena yleisissä vaaleissa toimii oikeusministeriö. Oikeusministeriön alapuolella olevat vaaliviranomaiset jaetaan aina pienempiin yksiköihin alkaen lääninhallituksen asettamista vaalipiirilautakunnista kunnan keskusvaalilautakunnan, vaalilautakunnan ja vaalitoimikunnan kautta vaali-

toimitsijoihin [L714, 1998]. Näiden vaaliviranomaisten tehtävänä on hoitaa vaaleihin liittyviä eri tehtäviä, jotka liittyvät äänioikeuteen, ehdokasasetteluun, äänten laskentaan ja valitusten käsittelyyn.

3.1.3. Äänioikeudesta

Vaalilain 3. luvussa säädetään äänioikeusrekisteristä, siitä miten se perustetaan, mitkä tiedot äänioikeutetusta tarvitaan, sekä mitä lisätietoja eri vaaleja varten täytyy olla. Äänioikeusrekisteriin kerätään tiedot väestörekisteristä tietynä hetkenä ennen vaaleja, ja näitä tietoja päivitetään tarpeen niin vaatiessa. Koska tiedot kerätään väestörekisteristä, äänioikeutettujen ei ole tarpeen rekisteröityä äänestäjiksi. Oleellista on, että väestörekisterikeskus kerää äänioikeutettujen tiedot, ja lähettää sitten ilmoituskortin äänioikeudesta. Koska äänioikeutettujen ei tarvitse rekisteröityä, on omien tietojen tarkastamisesta säädetty vaalilaissa. Vaalilaissa säädetään siitä, miten oikaisuvaatimukset äänioikeusrekisteriin toimitetaan, jos hakijalta on jostain syystä evätty äänioikeus tai tiedot ovat virheellisiä. Äänioikeusrekisteri saavuttaa lainvoimaisuuden vasta 12. päivänä ennen vaaleja, jonka jälkeen äänioikeusrekisteri pysyy muuttumattomana. Äänioikeusrekisteriin merkitään vaalien aikana, ketkä ovat äänensä käyttäneet. Äänestämistä koskevat merkinnät ovat julkista tietoa vasta vaalien päättymisen jälkeen. [L714, 1998]

3.1.4. Ennakoäänestyksestä

Ennakoäänestyksessä äänioikeutta voivat käyttää kaikki äänioikeutetut aivan kuten vaalipäivänäkin. Laissa säädetään myös siitä, milloin voidaan äänestää ennakkoon, mihin vuorokauden aikaan äänestetään sekä millainen äänestystilan tulee olla. Ennakoäänestys ei rajaudu pelkästään ennakoäänestyspaikoihin, vaan ne, jotka ovat laitoshoidossa tai suorittamassa rangaistusta, voivat äänestää ennakkoon laitoksessaan. Ennakkoon voidaan äänestää myös kotiäänestyksellä, jos äänestäjän kyky liikkua on sillä tavoin rajoittunut, ettei hän pääse äänestyspaikoille käyttämään äänioikeuttaan. Kotiäänestyksessä äänioikeutettua voi avustaa vaalitoimitsija, ja myös ennakoäänestyspaikoissa äänioikeutetulla on oikeus käyttää avustajaa, jos äänestäjän kyky tehdä äänestysmerkintä on huonontunut siinä määrin, että hän ei itse siitä kykene suoriutu-

maan. Molemmissa tapauksissa vaalitoimitsijan on pidettävä salassa tieto siitä, ketä on äänestetty. [L714, 1998]

Kun äänestäjä on suorittanut äänestämisen, äänestyslippu leimataan ja suljetaan vaalikuoreen vaalivirkailijan nähden. Samalla äänestäjän tulee allekirjoittaa lähetekirje, joka annetaan yhdessä vaalikuoren kanssa vaalivirkailijalle. Tämän jälkeen vaalivirkailijan tarkastaa äänioikeuden äänioikeusrekisteristä ja merkitsee äänioikeuden käytetyksi. Ennakoäänestyksen lopuksi vaalivirkailija tekee tarvittavat merkinnät lähetekirjeeseen. Tämän jälkeen suljettu vaalikuori ja lähetekirje suljetaan lähetekuoreen. Lähetekuoret lähetetään keskusvaalilautakunnalle, joka huolehtii ennakoäänestysasiakirjojen tarkastamisesta ennen vaalipäivän äänestyksen alkamista. Jos lähetekirje ja siihen liitetty vaalikuori hyväksytään, merkitään äänioikeusrekisteriin äänioikeus käytetyksi. [L714, 1998]

Ennakkoon äänestäminen on todella monimutkainen prosessi, jota voitaisiin yksinkertaistaa sähköisellä äänestamisellä. Vaalipäivän äänestämiseen liittyvät prosessit eivät ole yhtä monimutkaiset kuin ennakkoon äänestämisen.

3.1.5. Vaalipäivän äänestys

Vaalipäivän äänestämisestä säädetään, että sen täytyy tapahtua samanaikaisesti kaikkialla. Äänioikeutettu saa vaalipäivänä äänestää vain sillä äänestysalueella, jolle hänet on merkitty. Vaalipäivän äänestämisestä säädetään, että äänestäminen on suoritettava kello 9-20 välillä. Vaalihuoneisto suljetaan klo 20:00, jonka jälkeen sisällä olevat voivat vielä äänestää omalla vuorollaan. Vaalipäivän vaaleissa käytettävän vaaliluettelon äänialueittain toimittaa oikeusministeriö äänioikeusrekisterin perusteella. Vaaliluettelossa ovat kaikki ne vaalialueen äänioikeutetut, joilla on äänioikeus, ja jotka eivät ole käyttäneet sitä ennakoäänestyksessä. Ennen kuin vaalipäivän äänestäminen aloitetaan, on todettava, että vaaliurna on tyhjä, jonka jälkeen se voidaan sulkea. Vaaliurnaa saadaan avata vasta sitten, kun äänestäminen on päättynyt ja ääniä aletaan laskea. Vaaliurna ei siis saa missään tilanteessa avata kesken äänestämisen. [L714, 1998]

Vaalipäivän äänestämisestä säädetään, että äänestyspaikassa äänestäjän on ilmoitettava ja todistettava henkilöllisyytensä ennen kuin hänet voidaan ottaa äänestäjäksi. Tämän jälkeen äänestäjä merkitsee äänestämänsä ehdokkaan äänestyslippuun äänestyskopissa siten, että vaalisalaisuus säilyy. Äänestämisen jälkeen äänestyslippu annetaan vaalivirkailijalle leimattavaksi, minkä jälkeen äänestäjä itse laittaa äänestyslipun vaaliurna. Äänestäjän äänioikeus merkitään vaaliluetteloon tämän jälkeen käytetyksi. Kun äänestys on julistettu päättyneeksi, vaaliurna avataan ja suoritetaan laskenta, jossa lasketaan sekä äänestyslippujen määrä että vaaliluetteloon tai äänioikeusrekisteriin merkityt äänioikeutensa käyttäneet. Lukumäärien laskennan jälkeen suoritetaan varsinainen äänten laskenta. Jotta vaalisalaisuus säilyisi, lasketaan vaalipäivän ja ennakkoäänestyksen äänet yhdessä, jos jommassakummassa on alle 50 äänestyslippua. Jos nämä yhdessäkin jäävät alle 50 äänestyslippuun, äänet lasketaan yhdessä toisen vaalipiirin äänten kanssa. Sama pätee, jos jokin muu tapaus edellyttää äänten laskentaa toisessa vaalipiirissä vaalisalaisuuden turvaamiseksi. [L714, 1998]

3.1.6. Sähköinen äänestäminen

Vaalilakiin tehtiin muutos vuonna 2006, jonka perusteella sähköinen äänestäminen on mahdollista. Sähköisen äänestämisen lainsäädäntö on voimassa vain rajoitetun ajan, ja se mahdollistaa sähköisen äänestämisen kokeilemisen vuoden 2008 kunnallisvaaleissa ainoastaan kolmessa kunnassa, Kauniaisissa, Karkkilassa ja Vihdissä. Vaalilain pykälän 83 a mukaan sähköisesti voidaan äänestää sekä ennakkoon että varsinaisen vaalipäivänä. Sähköisestä äänestämisestä on säädetty siten, että äänestämien tapahtuu ennakkoäänestyspaikoissa ja vaalipäivän äänestyspaikoissa. [L714, 1998]

Ilmoittautuessaan äänestyspaikalla äänestäjältä kysytään, haluaako hän äänestää lipulla vai sähköisesti. Sähköinen äänestäminen ei siis vielä lain puitteissa ole mahdollista etänä Internetissä, vaan se suoritetaan äänestyspaikoissa kuten manuaalinen äänestäminenkin. Varsinainen sähköinen äänestäminen suoritetaan säädöksen mukaan sähköisellä äänestyskortilla. Äänestäjä saa vaalivirkailijalta sähköisen äänestyskortin, joka äänestyskopissa syötetään sähköiseen ää-

nestyslaitteeseen. Sähköinen äänestyskortti tunnistaa äänestäjän, jonka jälkeen äänestäjä valitsee ehdokkaan numeron ja vahvistaa valintansa. Vahvistamisen jälkeen ääni kirjataan äänioikeusrekisteriin, ja samalla kirjataan myös se, milloin ja missä äänioikeus on käytetty. Vaalilain pykälän 83 c 1. momentin mukaan ääni ja henkilötunnus kirjataan sähköiseen vaaliuurnaan salattuina siten, ettei niitä voida yhdistää toisiinsa. Edellytyksenä sähköiselle äänestämislle on se, että vaalisalaisuus säilyy sähköisessä vaaliuurnassa. Muuten sähköisessä äänestämislssä toimitaan, kuten muualla vaalilaissa säädetään. [L714, 1998]

3.1.7. Ääntenlaskenta

Äänten laskennasta vastaa joko vaalipiirilautakunta tai keskusvaalilautakunta riippuen siitä, mistä vaalista on kyse. Manuaalisessa äänestyksessä käytetty äänestyslippu voidaan hylätä, jos se siihen on syynä jokin kohdista, jotka on mainittu vaalilain 83. pykälässä. Ennakoäänten laskenta voidaan aloittaa varsinaisen vaalipäivänä jo klo 15:00, tai erityisestä syystä jo klo 12:00. Varsinaisen vaalipäivän äänten laskenta suoritetaan vasta äänestyksen päättymisen jälkeen. [L714, 1998]

Vaalipäivän päätyttyä sähköinen vaaliurna avataan säädöksen mukaan ja äänten laskennan suorittaa neljä henkilöä samanaikaisesti. Oikeusministeriölle on annettu velvollisuus tiedottaa äänet kunnan keskuslautavaalikunnalle, joka yhdistää sähköiset äänet varsinaisen vaalituloksen kanssa. Vaalipäivän jälkeisenä päivänä suoritetaan lisäksi vielä tarkastuslaskenta. Äänten laskennan jälkeen suoritetaan vaalien tulosten laskenta, joka suoritetaan suhteellisena pois lukien presidentinvaalit. [L714, 1998]

Vaalien tuloksen vahvistamisen jälkeen vaalitulokseen voidaan hakea muutosta valituksella siten kuin vaalilain 8. luvussa säädetään. Ainostaan presidentinvaaleissa ei saa hakea muutosta valittamalla. Jos vaalituloksen laskenta on toimitettu lakia vasten, on suoritettava tuloksen oikaisu. [L714, 1998]

3.2. Kansanäänestykset

Neuvoa-antavista kansaäänestyksistä säädetään laissa valtakunnallisella [L571, 1987] ja kunnallisilla [L656, 1990] säädöksillä. Kansanäänestyksistä tulee huomioida, että ne ovat vain ja ainoastaan neuvoa-antavia. Valtiolliset kansanäänestykset voidaan järjestää samaan aikaan muiden vaalien kanssa, tai ne voidaan järjestää erikseen. Valtiollisessa kansanäänestyksessä pätevät samat periaatteet äänioikeuteen, vaaliluetteloon ja vaalipiireihin kuin eduskuntavaaleisakin. Lainsäädännön kannalta huomioitavaa on, että kansanäänestyksessä voidaan ilmaista, ettei kannata kumpaakaan äänestettävänä olevaa kantaa [L571, 1987]. Kansanäänestyksen toimeenpanoa varten voidaan säätää omat asetukset [L571, 1987].

Kunnallisessa kansanäänestyksessä valtuusto voi laittaa jonkin kunnan asian äänestettäväksi neuvoa-antavalla kansanäänestyksellä. Kunnalliseen kansanäänestykseen voivat osallistua vain kyseisen kunnan asukkaat. Erityisen mielenkiintoiseksi kunnallisen kansanäänestyksen tekee mahdollisuus kirjeäänestykseen. Kirjeitse annettu ääni voidaan joko postittaa tai palauttaa keskusvaalilautakunnalle. [L656, 1990]

3.3. EU:n lainsäädäntö

Euroopan Unioni säätelee osittain myös Suomessa käytäviä vaaleja. Euroopan yhteisön perustamissopimuksen artikkelit 190 ja 191 sääntelevät Europarlamenttivaaleja ja Euroopan tason poliittisia puolueita [Vaalit, 2008]. Euroopan Unionin säädökset ja direktiivit ovat osa Suomen lainsäädäntöä ja ne on yhdistetty vaalilakiin.

Direktiivissä 94/80/EY säädetään siitä, miten EU:n jäsenmaiden kansalaiset voivat osallistua asuinmaidensa kunnallisiin vaaleihin äänestämällä tai asettamalla ehdokkaaksi, vaikka eivät olekaan asumisjäsenvaltion kansalaisia [94/80/EY, 1994]. Tällä asialla on merkitystä, kun äänioikeutta määritetään. Direktiivissä 93/109/EY säädetään siitä, miten EU:n jäsenvaltion kansalaiset voivat osallistua europarlamenttivaaleihin siinä EU:n jäsenvaltiossa, jossa asuvat [93/109/EY, 1993]. Hyvänä tunnettuna esimerkkinä on entinen ralliautoili-

ja Ari Vatanen, joka valittiin Euroopan parlamenttiin ensin Suomessa ja myöhemmin Ranskassa.

4. Sähköiset tunnistamismenetelmät

Jotta sähköinen äänestäminen olisi mahdollista, tulee olla menetelmä, jolla henkilö voidaan tunnistaa sähköisesti. Sähköiset tunnistamismenetelmät voidaan jakaa karkeasti neljään päätasoon: käyttäjätunnus-salasana-pari, kertakäyttösalasanat, varmaennepohjaiset menetelmät ja biometriset menetelmät [Perttula, 2003]. Näistä menetelmistä käyttäjätunnus-salasana-parit ovat kaikkein yleisimpiä ja laajalti käytettyjä. Kertakäyttöiset salasanat ovat puolestaan tuttuja verkkopankkipalveluista. Varmennepohjaiset tunnistamismenetelmät ovat tuttuja toimikorttien kautta, kuten esimerkiksi HST-kortti (Henkilön Sähköinen Tunnistus), kulkukortit ja SIM-kortti (Subscriber Identity Module). Biometrinen tunnistaminen ei ole niinkään tuttua. Esimerkiksi rikosten ratkaisemisessa voidaan käyttää sormenjälkiä ja DNA:ta (DeoxyriboNucleic Acid) henkilön tunnistamiseksi. Biometrisiä tunnisteita on kuitenkin nykyään alettu lisätä passeihin. Näillä menetelmillä henkilö voidaan autentikoida ja identifioida. Henkilön autentikoinnin ja identifioinnin lisäksi tarvitaan auktorisointia, eli tieto siitä, onko henkilöllä oikeus käyttää palvelua.

Autentikoinnilla tarkoitetaan henkilön todentamista tilanteessa, jossa henkilö väittää olevansa kyseinen henkilö. Esimerkkinä tällaisesta tilanteesta on, kun henkilö kirjautuu johonkin palveluun henkilökohtaisilla tunnistetiedoillaan. Identifioinnissa henkilö tunnistetaan ilman henkilön omaa aktiivista vaikuttamista tunnistamistilanteessa. Auktorisointi, käyttöoikeuden varmistaminen, tapahtuu vasta henkilön tunnistamisen jälkeen. Kun henkilö on tunnistettu, täytyy vielä varmistaa, että henkilöllä on oikeus käyttää palvelua, johon hän on tunnistaunut. Jotta henkilö olisi mahdollista tunnistaa, hänet täytyy olla rekisteröity järjestelmän palvelun käyttäjäksi. [Perttula, 2003]

4.1. Käyttäjätunnus ja salasana

Käyttäjätunnus-salasana-pari on yleisimpiä henkilön tunnistamiskeinoja sähköisissä asiointipalveluissa. Tunnistaminen tällä keinolla perustuu siihen, että palvelun käyttäjä on rekisteröitynyt sähköisen palvelun käyttäjäksi ja rekisteröinnin yhteydessä luonut itselleen käyttäjätunnuksen ja salasanan palveluun. Mahdollista on myös, että palvelu johon on rekisteröidyttävä luo automaattisesti

käyttäjätunnuksen ja salasanan rekisteröityneelle. Itse tunnistaminen tapahtuu tässä menetelmässä siten, että käyttäjätunnuksen perusteella etsitään järjestelmästä käyttäjän salattu salasana, jota verrataan käyttäjän antamaan salasanaan. [Perttula, 2003]

Tämän menetelmän hyviin puoliin voidaan laskea sen yksinkertaisuus, joka vaikuttaa käyttäjälle helposti omaksuttavalta. Ongelma käyttäjätunnusten ja salasanojen kanssa on siinä, että harvoin käytettynä ne unohtuvat helposti. Ongelmia tuottavat myös eri järjestelmiin olevat useat eri tunnukset ja salasanat. Näistä aiheutuu ongelmia silloin, kun salasanaja kirjoitetaan muistiin paperille tai kun samoja tunnuksia käytetään eri järjestelmissä.

Käyttäjätunnus ja salasana ovat myös herkkiä arvaamiselle. Tällöin käytetään ns. brute-force-menetelmää salasanan arvaamiseksi. Tätä ei tietenkään minäkään järjestelmän tulisi sallia, vaan sen tulisi lukita tunnukset tietyksi ajaksi tai vaatia käyttäjältä toimia, jotta tunnukset olisivat jälleen aktiiviset. Muitakin menetelmiä käyttäjätunnus-salasana-parin selvittämiseen on. Käyttäjätunnus-salasana-pari voidaan esimerkiksi urkkia ohjelmilla, joiden avulla voidaan näppäimistöltä annettuja syötteitä seurata.

4.2. Kertakäyttöiset salasanat

Kertakäyttöiset salasanat luovat turvallisemman tavan käyttää palveluita kuin käyttäjätunnus-salasana-yhdistelmä. Aina kun käyttäjä kirjautuu palveluun, hän valitsee salasanalistasta sillä kertaa käytettävän uuden salasanan. Verkkopankkien tunnistautumispalvelu käyttää useissa tapauksissa tällaista menetelmää. Kertakäyttöisten salasanojen lisäksi käyttäjällä täytyy olla käyttäjätunnus, jotta tiedettäisiin, kuka henkilö on kyseessä. Kertakäyttöiset salanalistat luodaan automaattisesti palvelun tarjoajan toimesta, ja ne pyritään muodostamaan siten, että seuraavaa salasanaa ei pystytä arvaamaan [Perttula, 2003]. Kertakäyttöiset salasanat eivät välttämättä ole listamuodossa, vaan niitä voidaan generoida palvelussa yksittäinkin [Perttula, 2003]. Tällaisessa tilanteessa salasana lähetetään esimerkiksi matkapuhelimeen.

Kertakäyttöisten salasanojen lista paperilla ei tuo lisää turvallisuutta, koska sitä pitää kuljettaa mukana ja siihen täytyy merkitä, mitkä salasanoista on käytetty [Perttula, 2003]. Vääriin käsiin joutuessaan salasanalista muodostaa siis tietoturvariskin. Tieturvallisuus on myös uhattuna siinäkin tapauksessa, että käyttökertoja varten luodaan yksittäinen salasana, joka lähetetään esimerkiksi matkapuhelimeen. Tässä tapauksessa vaaran aiheuttaa matkapuhelimen joutuminen vääriin käsiin. Jos salasanalistan generointitapa paljastuu ulkopuolisille, aiheutuu siitä poikkeuksellisen suuri riski tietoturvalle.

4.3. Varmenteisiin perustuvat menetelmät

Varmenteisiin perustuvat menetelmät voidaan jakaa kahteen osaan: varmenteisiin, jotka ovat sirullisilla korteilla tai pelkkiin varmenteisiin, jotka ovat sähköisessä muodossa laitteisiin asennettuina. Varmenteisiin perustuva tunnistautuminen pohjautuu PKI-menetelmään (Public Key Infrastructure), eli julkisen avaimen menetelmään, jossa käyttäjälle luodaan avainparit, joista toista käytetään tiedon salaamiseen, ja toista tiedon salauksen purkamiseen. Menetelmällä luotuja avainpareja kutsutaan julkiseksi ja yksityiseksi avaimeksi. Menetelmälle on ominaista, että avainpari yhdistetään varmenteella toisiinsa. Tällöin varmentaja varmentaa sähköisellä allekirjoituksella luomansa varmenteen. [Perttula, 2003]

PKI-menetelmää voidaan käyttää digitaaliseen allekirjoittamiseen sekä sähköiseen tunnistamiseen. Digitaalisessa allekirjoittamisessa on kyse siitä, että viestin lähettäjä salaa lähettämänsä viestin yksityisellä avaimella käyttäen viestin sisällöstä generoitua funktiota. Vastaavasti vastaanottaja generoi tiivisteen viestin sisällöstä ja vertaa sitä samaansa salattuun tiivisteeseen [Viestintävirasto, 2007]. Varmenteisiin perustuva sähköinen tunnistaminen perustuu siihen, että se on tietyn varmenneviranomaisen digitaalisesti allekirjoittama todistus, että tunnistettava julkinen avain on oikeasti tunnistettavan.

Varmenteisiin perustuva tunnistaminen voidaan jakaa lisäksi vielä neljään erillaiseen kategoriaan: henkilövarmenteisiin, roolivarmenteisiin, laatuvarmenteisiin ja palvelinvarmenteisiin [Viestintävirasto, 2007]. Tässä yhteydessä oleel-

lisinta on tarkastella henkilövarmennetta. Vaikka muutkin varmennetyypit ovat sähköisen äänestämisen kannalta merkittäviä, ne liittyvät kuitenkin enemmän sähköiseen äänestysjärjestelmän turvallisuuteen.

Henkilön sähköinen tunnistamisprosessi etenee siten, että ensin käyttäjä esittää itsensä tunnistettavaksi. Tunnistaja ottaa pyynnön vastaan ja pyytää käyttäjää allekirjoittamaan tunnistustapahtuman yksityisellä avaimellaan. Seuraavaksi käyttäjä allekirjoittaa tapahtuman avaimellaan, joka lähetetään tunnistavalle taholle joko varmenteen kanssa tai viittauksella varmenteeseen. Tunnistuksessa tarkistetaan, että tunnusta ei ole sulkulistalla, se on voimassaoleva ja se on säilynyt muuttumattomana. Varmenteen muuttumattomuus tarkistetaan varmenteen myöntäjältä. Jos tunnistustapahtuman tiiviste, on sama kuin alkuperäinen tiiviste, voi tunnistaja olla varma käyttäjän henkilöllisyydestä. [Perttula, 2003]

Tietoturvan kannalta on merkittävää, miten käyttäjän yksityistä avainta säilytetään, koska kyseessä on sähköinen tunniste. Yksityisen avaimen säilyttäminen esimerkiksi sähköisesti tietokoneella ei ole turvallinen säilytystapa. Turvallisempaa on käyttää sirukortteja, joihin varmenteen julkinen ja yksityinen avain generoidaan [Perttula, 2003]. Näin julkinen avain on luettavissa sirukortilta, ja yksityistä avainta säilytetään kortilla siten, että sitä ei voida lukea, vaan ainoastaan käyttää. Lisäksi siru voidaan suojata ja yleensä suojataankin tunnusluvulla. Sirullisista korteista esimerkkeinä toimivat HST-kortit ja SIM-kortit. Sirukortit tarvitsevat lisäksi lukijan, jotta niitä voidaan käyttää. Roolivarmennetta puolestaan voidaan käyttää yksilöimään tarkemmin henkilön rooli järjestelmässä.

PKI-menetelmään perustuvaa tunnistamista voidaan pitää luotettavana menetelmänä. Menetelmän tietoturvauhkina voidaan pitää yksityisen avaimen säilyttämisen suojaamista, sirukorttien lukijoita ja niiden ohjelmistojen tietoturvasoaa sekä varmenteen myöntäjään luottamista.

4.4. Biometrinen tunnistaminen

Sähköisesti tehtävä henkilön biometrinen tunnistaminen suoritetaan henkilön jonkin fyysisen piirteen perusteella. Sähköiseen tunnistamiseen sopivien fyysis-

ten piirteiden tulee olla sellaisia, jotka voidaan tallentaa rekisteröinnissä tietojärjestelmään henkilön tietojen kanssa. Päävaatimuksena biometriselle tunnistamiselle on se, että fyysinen piirre on riittävän yksilöllinen, eikä kukaan muu voi olla vastaavaa piirrettä. Biometristä tunnistamista voidaan käyttää sekä autentikointiin että identifiointiin. Sopivia fyysisiä piirteitä biometriseen tunnistamiseen ovat DNA, sormenjäljet, kämmenet, kasvojen piirteet, silmän verkkokalvo ja iiris. Myös käyttäytymiseen perustuvia piirteitä kuten esimerkiksi puheääni ja käsiala voidaan käyttää tunnistamiseen. Yleisiä biometrisen tunnistamisen sovelluskohteita ovat esimerkiksi kulunvalvonta, biometrisiä tietoja sisältävät passit ja henkilön tunnistaminen väkijoukosta. [Perttula, 2003]

Sähköiseen biometriseen sähköiseen tunnistamiseen voidaan soveltaa sirukortteja kuten varmenteisiin perustuvassa tunnistamisessakin. Tällaisessa tilanteessa henkilön biometriset tunnistuspiirteet tallennetaan sirukortille tunnistamista varten, kuten biometrisen passinkin kohdalla tehdään [Sisäasiainministeriö, 2008]. Biometrinen tunnistaminen voidaan tehdä myös jonkin lukijalaitteen avulla, esimerkiksi kulunvalvonnassa kulkuoikeus tunnistetaan lukijalaitteella sormenjäljen perusteella.

Biometrisen tunnistamisen menetelmä perustuu siihen, että henkilöstä mitataan fyysinen piirre, josta muodostetaan matemaattinen malli tietovarastoon henkilötietojen ohella. Tunnistaminen tapahtuu siten, että tunnistautumisessa ilmoitetaan henkilöllisyys ja mitataan henkilön biometrinen tunniste, jonka jälkeen sitä verrataan tietovarastossa olevaan. Jos mallit vastaavat toisiaan, on kyseinen henkilö se, joksi hän itseään väittää. [Perttula, 2003]

Biometrisen tunnistamisen huonona puolena voidaan pitää sitä, että jotkin fyysiset ominaisuudet voivat muuttua vuosien varrella [Perttula, 2003]. Esimerkiksi kasvojen piirteet, sormenjäljet ja kämmenen muoto voivat muuttua onnettomuuksien ja leikkausten takia. Myös ikääntyminen voi tuoda muutoksia näihin. On myös otettava huomioon myös ettei henkilöä pystytä täysin varmasti tunnistamaan DNA:lla, johtuen siitä että identtisillä kaksosilla on keskenään

sama DNA. Muissa tapauksissa DNA on kuitenkin riittävä tunnistamiseksi henkilölle. Myös mittausvirheet voivat tuoda ongelmia henkilön tunnistamiseen.

Biometrisillä saavutetaan tunnistaminen jollain todennäköisyydellä, joten pitää asettaa tietyt rajat sille, mikä on riittävä todennäköisyys henkilön tunnistamiseen. Todennäköisyys voi olla hyvinkin sovelluskohtaista. Biometrisessä tunnistamisessa tulisi ottaa huomioon se, että tunnistettava piirre on peräisin aidosta ja elävästä henkilöstä [Perttula, 2003]. Biometrisen tunnistamisen huonona puolena voidaan pitää sitä, että menetelmät eivät ole vielä kustannuksiltaan yksityisille käyttäjille sopivalla hintatasolla, tulevaisuudessa tilanne on kenties toinen.

4.5. Vetuma

Vetuma (Verkkotunnistaminen ja -maksaminen) on Suomen julkishallinnon yhteinen verkkotunnistamisen ja -maksamisen palvelu, jossa tunnistautumiseen voidaan käyttää pankkien TUPAS-tunnistautumispalvelua, HST-kortin kansalaisvarmennetta ja mobiilivarmennetta [Vetuma, 2008]. Pankkien TUPAS-tunnistautumispalvelu on varmennepalvelu, jossa verkkopankkien tunnistautumispalveluita voidaan käyttää myös muissa sähköisen asioinnin tunnistautumisessa [Tupas, 2007]. HST-kortin kansalaisvarmenteella tunnistaudutaan käyttäen PKI-menetelmää, jonka tarjoaa käyttöön viestintävirasto. Mobiilivarmennepalvelua tarjoavat puolestaan suuret teleoperaattorit Elisa ja Sonera, joiden SIM-korttien avulla voidaan käyttää tunnistautumisessa kertakäyttöisiä salasanoja. Kaikki Vetuman tunnistamismenetelmät perustuvat vahvaan tunnistamiseen. Lisäksi Vetumaan on mahdollista liittää tulevaisuudessa biometrisen tunnistamiseen perustuvia menetelmiä [Vetuma, 2008]. Vetuma on sähköisen äänestämisen kannalta mielenkiintoinen keskittymä, jonka monipuolisia tunnistamisvaihtoehtoja voitaisiin käyttää sähköisessä etä-äänestämisessä.

5. Sähköinen äänestysjärjestelmä

5.1. Lähtökohdista, ominaisuuksista ja vaatimuksista

Lähtökohdat sähköisten äänestämisen järjestelmille saadaan yleisellä tasolla lainsäädännöstä. Lähtökohdat sähköisen äänestämisen vaatimuksille voidaan johtaa vaaleihin ja äänestämiseen liittyvistä yleisistä vaatimuksista [Gritzalis, 2002]. Yleisinä perussääntöinä vaaleille voidaan pitää, että ne ovat yleiset, vapaat, yhtäläiset, salaiset ja välittömät [Gritzalis, 2002; L714, 1998]. Gritzalis [2002] lisää tähän lähtökohdaksi vielä demokraattisuuden, joka sisältää luottamuksellisuuden, läpinäkyvyyden, varmennettavuuden, vastuullisuuden, luotettavuuden, turvallisuuden ja yksinkertaisuuden ominaisuudet. Sähköisen äänestämisen yleisten lähtökohdista lisäksi siihen liittyy useita eri ominaisuuksia ja vaatimuksia, joita sähköiselle äänestysjärjestelmälle tulee asettaa. Ominaisuuksia, joita sähköiseltä äänestysjärjestelmältä edellytetään, ovat tehokkuus, avoimuus, käytettävyys, mobiilisuus, saatavuus, yhteentoimivuus, ainutlaatuisuus, anonymiteetti ja kattavuus [Euroopan neuvosto, 2004; Liaw, 2004]. Tässä käydään läpi Gritzalisen [2002] esittämät sähköisen äänestysjärjestelmän piirteet sekä mitä ominaisuuksia ja vaatimuksia näihin piirteisiin liittyy Liawin [2004] ja Euroopan neuvoston [2004] suositusten perusteella.

5.1.1. Yleisyys

Yleisen äänioikeuden, yleisyyden, määritelmä tarkoittaa sitä, että [Gritzalis, 2002]:

1. jokaisella äänioikeutetulla on oikeus osallistua,
2. äänioikeuden määräytyminen tulee olla lakiin sidottu,
3. äänestämien sähköisesti on oltava kaikille mahdollista,
4. sähköinen äänestäminen on vain vaihtoehtoinen tapa äänestää ja
5. on oltava infrastruktuuri sähköiselle äänestämiselle.

Yleisyys takaa siis sen, että vain äänioikeuskelpoiset voivat äänestää. Yleisyyteen voidaan liittää myös muita piirteitä kuin äänioikeuteen liittyvät. Yleisyy-

teen liittyviä ominaisuuksia ovat käytettävyys, saavutettavuus, saatavuus ja yhteentoimivuus.

Sähköisen äänestysjärjestelmän käytettävyys liittyy osaltaan yleisyyteen. Käytettävyyden kannalta äänestysjärjestelmän on oltava helposti ymmärrettävä ja käytettävä [Euroopan neuvosto, 2004]. Käytettävyys takaa myös sen, että sähköinen äänestysjärjestelmä on tehokas käyttää, eikä äänestäminen vaadi käyttäjältä suurta tietoteknistä osaamista [Liaw, 2004]. Hyvä sähköisen äänestysjärjestelmän käytettävyys lisää myös sen saavutettavuutta.

Saatavuus liittyy yleisyyteen siten, että sähköisen äänestysjärjestelmän palvelut ovat kaikkien äänestäjien käytettävissä [Gritzalis, 2002]. Niille, joilla ei ole mahdollisuutta äänestää sähköisesti, tulee tarjota muita keinoja äänestää. Saatavuuden saavuttamiseksi äänestäjillä olisi oltava sekä mahdollisuus osallistua sähköisen äänestysjärjestelmän suunnittelun että mahdollisuus testata järjestelmän käyttöä ja sen rajoitteita. Saatavuuden lisäämiseksi sähköisen äänestysjärjestelmän tulee olla siten joustava, että sen kanssa voidaan käyttää apuvälineitä tai erikoissuunniteltuja käyttöliittymiä äänestyksen suorittamiseksi niille, jotka sitä tarvitsevat. Saatavuuden piirteinä voidaan pitää sitä, että sähköinen äänestysjärjestelmä on saatavilla tiettyinä äänestysaikana ja sitä että äänestysjärjestelmän laitteistot ja ohjelmat ovat toimintakuntoisia. [Euroopan neuvosto, 2004]

Yleisyyden takaamiseksi sähköisen äänestysjärjestelmän tulisi lisäksi toimia yhteen myös muiden vaalijärjestelmien osien kanssa. Tämä voidaan saavuttaa käyttämällä toteuttamisessa avoimia ja yleisiä standardeja. Yhtenä hyvänä avoimena standardina voidaan pitää EML-standardia (Election Markup Language). [Euroopan neuvosto, 2004]

5.1.2. Vaalivapaus

Vaalien vapaus merkitsee sitä, että vapaissa vaaleissa ei esiinny pakottamista, painostamista, uhkailua, manipulointia tai äänten ostamista [Gritzalis, 2002]. Vaalivapaus tarkoittaa sitä, että jokainen antaa äänensä itse ja vapaasti halua-

malleen ehdokkaalle tai kannalle [L714, 1998]. Sähköisen äänestysjärjestelmän suunnittelun kannalta on tärkeää, että kaikki sellainen toiminta, joka vaarantaa vaalivapauden, tulee pystyä estämään [Euroopan neuvosto, 2004]. Vaalivapauden vaarantuminen on erityisesti etänä tapahtuvan äänestämisen uhkakuva, jolloin äänestäminen ei tapahdu viranomaisen valvonnassa. On myös huomiotavaa, että sähköisessä äänestysympäristössä ei tule olla vaalimainontaa tai -propagandaa, joka voisi vaikuttaa äänestäjän käyttäytymiseen. [Gritzalis, 2002]. Sähköisen äänestysjärjestelmän tulisi myös mahdollistaa tyhjän äänestäminen tai eriävän mielipiteen ilmaiseminen [Gritzalis, 2002; Euroopan neuvosto, 2004].

Vaalivapauteen liittyen on sähköisen äänestysjärjestelmän toimittava siten, että äänestäjä voi muuttaa antamaansa ääntä tai keskeyttää äänestämisen ennen kuin se lähetetään sähköiseen vaaliuurnaun. Äänen muuttamisessa ja äänestämisen keskeyttämisessä on tärkeää, ettei ääni tallennu tai ole muiden nähtävissä. Kun ääni on lähetetty ja tallennettu sähköiseen vaaliuurnaun, on tämän onnistumisesta ja epäonnistumisesta ilmoitettava äänestäjälle. Äänen tallentumisen jälkeen äänen on pysyttävä sähköisessä vaaliuurnassa muuttumattomana. [Euroopan neuvosto, 2004] Sähköisen äänestysjärjestelmän tulisi kyetä estämään äänestämiseen kohdistuva epärehellinen ja häiriöllinen toiminta.

5.1.3. Vaalisalaisuus

Vaalisalaisuus on yksi tärkeimmistä yleisten vaalien piirteistä. Perinteinen äänestäminen tapahtuu äänestyskopissa siten, että kukaan ei saa selville, ketä ehdokkaista on äänestetty. Myös sähköisen äänestysjärjestelmän on säilytettävä vaalisalaisuus [Euroopan neuvosto, 2004; Gritzalis, 2002]. Sähköinen etä-äänestäminen voi olla tässä suhteessa vaalisalaisuuden kannalta kuitenkin turvattomampi kuin perinteinen äänestäminen. Sähköisen äänestysjärjestelmän on kyettävä turvaamaan se, ettei annettua ääntä pystytä yhdistämään äänestäjään missään äänestyksen vaiheessa [Euroopan neuvosto, 2004]. Vaalisalaisuuden täytyy pysyä turvattuna sekä ääntä annettaessa että sen tallentuessa järjestelmään, jotta annetun äänen anonymiteetti säilyy [Gritzalis, 2002]. Lisäksi on

huomioitava, ettei tule myöskään selvittää, millä menetelmällä ääni on annettu [Gritzalis, 2002].

5.1.4. Yhtäläisyys

Yksi keskeisimpiä yleisten vaalien lähtökohtia äänestämisen suhteen on, että kaikkia tulee kohdella tasapuolisesti. Yhtäläinen äänioikeus käsittää sen, että kukin äänioikeutettu voi antaa vain yhden äänen [L714, 1998]. Sähköisen äänestysjärjestelmän kohdalla tämä merkitsee sitä, että äänestysjärjestelmän on kyettävä estämään äänen antanutta äänestäjää äänestämästä jollain muulla äänestystavalla [Euroopan neuvosto, 2004]. Äänen antamiselle voidaan kuitenkin sähköisessä äänestämisessä antaa tiettyjä vapauksia koskien etänä tapahtuvaa äänestämistä. Etänä tapahtuvassa sähköisessä äänestämisessä äänioikeutettu voi tietyn ajan kuluessa äänestää niin usein kun haluaa, mutta viimeiseksi annettu ääni jää voimaan. Tämä lisää vaalien vapautta ja turvaa paremmin vaalilisalaisuutta, mutta tasa-arvoisuuden kannalta siihen liittyy problematiikkaa. Perinteisessä äänestämisessä annettua ääntä ei voi jälkikäteen muuttaa, joten voidaan pohtia, onko tasa-arvoista kohtelua, jos sähköisesti äänestämällä annettua ääntä voidaan muuttaa.

Jotta sähköinen äänestäminen ja äänestäminen yleensäkin olisi tasapuolista, tulisi prosessien oltava läpinäkyviä. Tämä tarkoittaa sitä, että sähköisen äänestämisen prosessien ja toiminnan tutkimiseen olisi oltava mahdollisuus yhtäläisesti luotettavilla toimijoilla [Gritzalis, 2002]. Eräs tasa-arvoiseen kohteluun liittyvä alue sähköisessä äänestämisessä piilee siinä, miten turvataan pääsy teknii-kan pariin niille, joilla ei ole siihen muuten mahdollisuutta [Gritzalis, 2002]. Sähköisen äänestysjärjestelmän on myös laskettava annettu ääni vain kerran [Euroopan neuvosto, 2004]. On otettava huomioon, että sähköisen äänestämisen lisäksi voidaan äänestää perinteisesti, joten laskenta tulee järjestää luotettavasti [Euroopan neuvosto, 2004]. Yhtäläisyyden voidaan katsoa myös liittyvän tulosten laskentaan, eli kenenkään ei tule voida saada tietoa vaalien tuloksesta ennen äänestyksen päättymistä [Liaw, 2004].

5.1.5. Välittömyys

Vaalit toimitetaan lähtökohtaisesti suorina, mikä tarkoittaa sitä, ettei äänestyksen tuloksia voida tarkastella välillä, vaan tulosten laskenta aloitetaan vasta siten, kun äänestäminen on päättynyt. Sähköisen äänestysjärjestelmän täytyy sopia tähän, ja vaikka sähköisesti äänestettäisiin esimerkiksi ennakkoon, tulee äänten laskun olla mahdollista vasta, kun varsinainen vaalipäivä on ohitse. [Gritzalis, 2002]

5.1.6. Demokraattisuus

Demokraattisuus sähköisen äänestysjärjestelmän kohdalla on laaja-alainen lähtökohta. Se pitää sisällään luottamuksellisuuden, läpinäkyvyyden, varmennettavuuden, vastuullisuuden, luotettavuuden, turvallisuuden ja yksinkertaisuuden ominaisuudet [Gritzalis, 2002]. Tähän lähtökohtaan voidaan lisätä myös avoimuuden ja todennettavuuden ominaisuudet, vaikka niitä voidaankin pitää muiden ominaisuuksien synonyymeinä. Avoimuus sisältyy läpinäkyvyyden ominaisuuteen ja todennettavuus liittyy varmennettavuuteen.

Läpinäkyvyys saavutetaan sähköisessä äänestysjärjestelmässä siten, että äänestäjät ymmärtävät äänestysjärjestelmän toiminnan [Euroopan neuvosto, 2004]. Läpinäkyvyydelle aiheuttaa haasteita se, että kaikilla äänestäjillä ei ole välttämättä kykyä ymmärtää sähköisen äänestysjärjestelmän teknistä toimintaa [Gritzalis, 2002]. Tällöin on tärkeää, että äänestäjät luottavat sähköiseen äänestysjärjestelmään [Gritzalis, 2002]. Jotta luottamus sähköiseen äänestysjärjestelmään olisi mahdollista ansaita, on tietoa sen toiminnasta saatava julkisesti [Euroopan neuvosto, 2004]. Läpinäkyvyyttä ja avoimuutta saavutetaan myös sillä, että äänestäjät pääsevät harjoittelemaan sähköistä äänestämistä ennen varsinaista äänestämistä [Euroopan neuvosto, 2004]. Avoimuuteen liittyy sekin, että vaalitarkkailijoiden mukana olo on mahdollista sähköisen vaalien toimittamisessa ja tulosten laskennassa [Euroopan neuvosto, 2004].

Sähköisen äänestysjärjestelmän auditoinnilla varmistetaan järjestelmän toiminnan asianmukaisuus, luotettavuus ja turvallisuus. Sähköisen äänestysjärjestelmän auditoinnissa on käytettävä riippumatonta ja osaavaa osapuolta. Audi-

tointi on suoritettava ennen vaaleja sekä silloin, kun äänestysjärjestelmään tehdään muutoksia [Euroopan neuvosto, 2004].

Turvallisuus on yksi tärkeimmistä ja laajimmista ominaisuuksista, joka koskettaa sähköistä äänestysjärjestelmää. Turvallisuuteen liittyy sähköisen äänestysjärjestelmän toiminta, luottamuksellisuus, tiedon eheys, saatavuus ja tunnistaminen [Gritzalis, 2002]. Sähköisen äänestysjärjestelmän toiminnalle on oleellista, että järjestelmä toimii ja pystyy sietämään vikoja, ja että se on kaikkina määriteltynä aikoina käytettävissä [Euroopan neuvosto, 2004]. Sähköinen äänestysjärjestelmä tarvitsee käyttöönsä rekisterin äänioikeutetuista, jonka tiedot on pidettävä luottamuksellisina. Äänestysjärjestelmän turvallinen käyttö edellyttää sitä, että palvelua voivat käyttää vain ne, jotka ovat oikeutettuja siihen. Luvattomien käyttäjien toiminta on estettävä [Euroopan neuvosto, 2004]. Turvallisuuden täytyy ulottua sähköisessä äänestämässä järjestelmän kaikkien prosessienkin läpi.

5.2. Toteutustavat

Tämän tutkimuksen kannalta on oleellista tutkia, miten sähköinen äänestäminen voidaan toteuttaa tietoverkkoja hyödyntäen. Sähköinen äänestäminen mielletään usein Internetin avulla tapahtuvaksi etä-äänestämiseksi, mutta sähköinen äänestäminen voidaan toteuttaa myös tietoverkkoja hyödyntämättä äänestyspaikoilla. Sähköinen äänestäminen kattaa kaiken äänestämisen, jossa äänestämistapahtumassa käytetään sähköisiä välineitä äänestyksen suorittamiseksi. Sähköiset äänestysjärjestelmät voidaan jakaa kolmeen osaan:

1. Äänestyslippujärjestelmät
2. Tallentavat äänestyskoneet
3. Online-äänestäminen.

Äänestyslippupohjaiset järjestelmät ovat koneita, joilla voidaan lukea annettu ääni äänestyslipusta. Tällainen järjestelmän voi olla myös äänestyskone, jolla annettu ääni merkitään äänestyslippuun. Tallentavien äänestyskoneiden äänestettäessä (DRE Direct-Recording Electronic) annettu ääni tallentuu äänestysko-

neelle syötettäessä. Tallentavien äänestyskoneiden äänestysjärjestelmät eivät vaadi verkkoyhteyksiä, vaan äänet tallennetaan paikallisesti.

Äänestyslippujärjestelmiä ja tallentavia äänestyskoneita voitaisiinkin nimittää offline-järjestelmiksi. Kolmantena vaihtona sähköiselle äänestämiseksi ovat online-järjestelmät, joissa äänestys suoritetaan äänestyspaikalla, äänestyskioskissa tai etänä. Online-järjestelmässä, jossa ääni annetaan äänestyspaikassa, ääni tallennetaan tietoverkkoyhteyttä käyttäen keskuskoneeseen. Etänä annetut äänet voidaan antaa mistä tahansa tietoverkkoyhteyden välityksellä. Äänestyskioskeissa annetut äänet siirretään myös suoraan keskuskoneeseen.

5.2.1. Äänestyslippujärjestelmät

Äänestyslippujärjestelmät perustuvat paperisten äänestyslippujen käyttöön. Tällaista äänestysjärjestelmää käytettäessä äänestysliput voivat olla esimerkiksi reikäkortteja, johon äänestetty ehdokas merkitään rei'ittämällä. Menetelmän taustalla on se, että äänestäjän ei tarvitse osata käyttää sähköistä äänestysjärjestelmää, vaan käytössä ovat paperiset äänestysliput, joihin annettu ääni merkitään käsin tai apuvälinettä käyttäen. Sähköinen osuus tulee vasta ääniä laskettaessa. Äänestysliput voidaan lukea optisella lukijalla tai reikäkorttikoneella. Tällaiset äänestysjärjestelmät eivät enää nykyään ole kovinkaan yleisiä tulevaisuuden visioissa, vaikkakin tällaisia menetelmiä on käytössä esimerkiksi Yhdysvalloissa erittäin paljon. [Celeste et al., 2005]

5.2.2. Tallentavat äänestyskoneet

DRE eli Direct-recording electronic voting machine tarkoittaa äänestyspaikalla tapahtuvaa äänestämistä äänet tallentavilla äänestyskoneilla. Äänet tallentava äänestyskoneiden avulla tehtävä äänestäminen tapahtuu siten, että äänestäjä antaa äänensä merkitsemällä tai valitsemalla ehdokkaansa näppäimistöllä tai näyttöpäätteellä [Qadah and Tala, 2007]. Tallentavilla äänestyskoneilla annettu ääni tallentuu paikallisesti äänestyspaikan koneelle. Äänten laskenta tallentavien äänestyskoneiden avulla tapahtuu siten, että äänestyskoneet tai niillä olevat äänet siirretään jollain medially keskitettyyn ääntenlaskupaikkaan, jossa äänet lasketaan yhteen tuloksen saamiseksi, tai lasketaan äänestyspaikalla sen alueen tulos.

5.2.3. Online-äänestäminen

Sähköisen äänestämisen toteutustavoista online-järjestelmät ovat erityisen merkittäviä, koska ne takaavat sen, että kaikki äänet voidaan kerätä yhteen paikkaan. Online-järjestelmät voivat toimia kolmella eri tasolla: niillä voidaan äänestää äänestyspaikassa, äänestyskioskissa tai etänä jollain tarkoitukseen sopivalla päätelaitteella [Qadah and Tala, 2007]. Online-järjestelmissä annetun äänen täytyy tallentua keskitettyyn vaaliuurnaan saman tien, kun äänestäjä on vahvistanut antamansa äänen. Samalla, kun ääni annetaan, tulee äänioikeus myös merkitä käytetyksi. Äänestyspaikalla tapahtuvassa äänestämisessä äänioikeus voidaan kuitenkin merkitä käytetyksi, kun tunnistetaan henkilö äänioikeuden tarkastamisen yhteydessä.

5.2.3.1 Äänestyspaikka

Äänestyspaikalla tapahtuva sähköinen äänestämien edellyttää sitä, että äänestäjä menee äänestyspaikalle, jossa hän käyttää äänestämiseen sähköistä laitetta. Sähköisellä laitteella annettu ääni siirtyy keskitettyyn vaaliuurnaan tietoverkkoa pitkin [Qadah and Tala, 2007]. Tällaisella menetelmällä äänestäminen on hivenen samantyyppistä kuin tallentavilla äänestyskoneillakin tehtävä äänestäminen, sillä poikkeuksella, että käytetään verkkoyhteyttä.

Vaalivapaus ja -salaisuus voidaan turvata hyvin äänestyspaikalla tapahtuvassa sähköisessä äänestämisessä, koska äänestyspaikka on vaaliviranomaisten valvoma. Henkilön tunnistaminen voidaan tehdä paikan päällä tarvittaessa manuaalisesti, ja henkilön oikeus äänestämiseen voidaan samalla todeta. Äänestyspaikalla tapahtuva sähköinen äänestäminen suoritetaan äänestyskopissa samoin kuin perinteinen äänestäminenkin. Itse äänestysjärjestelmän turvallisuus ja äänten tallentaminen keskitettyyn vaaliurnaan on kuitenkin mahdollinen riski. Äänestyspaikalla voidaan käyttää sirullista korttia, joka syötetään äänestyslaitteeseen, tai äänestämisessä voidaan käyttää jotain muuta tunnistavaa tapaa. Online-äänestämisen turvallisuuden kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että kun äänestäjä vahvistaa antamansa äänen, ääni salataan siten, että sitä ei voida siirron yhteydessä yhdistää äänestäjään, eikä sitä pystytä muuttamaan.

5.2.3.2 Kioskiäänestäminen

Äänestyskioskeissa äänestäminen on samanlaista kuin äänestyspaikalla suoritettava sähköinen äänestäminen, sillä erotuksella, että vaaliviranomaisia ei ole tarkkailemassa äänestystapahtumaa [Qadah and Tala, 2007]. Äänestyskioski voi olla sijoitettuna julkiseen tilaan, jossa itse äänestyspaikka voi olla esimerkiksi pankkiautomaattityyppinen laite. Äänestyskioskilla tunnistautumiseen vaaditaan jokin tunnistamismenetelmä. Tässä tapauksessa voitaisiin käyttää esimerkiksi HST-korttia.

Äänestyskioskin suunnittelussa tulisi huomioida se, että äänestäjä on suojattu näköestein, jotta vaalisalaisuus voidaan turvata. Kioskiäänestäminen voi heikentää vaalivapautta, jos äänestystilassa voi olla useampia henkilöitä samaan aikaan. Tällöin myös vaalisalaisuus vaarantuu.

5.2.3.3 Etä-äänestäminen

Etä-äänestäminen on yksi keskustelluimmista keinoista sähköisen äänestämisen toteuttamiseksi. Etä-äänestäminen mahdollistaa äänestämisen mistä tahansa paikasta, jossa käytettävissä on verkkoyhteys ja tilanteeseen sopiva päätelaitte [Qadah and Tala, 2007]. Yleensä etä-äänestäminen mielletään tapahtuvaksi Internetissä äänestyssivustolla, mutta etä-äänestäminen on mahdollista laajentaa myös monikanavaiseksi. Tällöin äänestämiseen on mahdollista käyttää äänestämiseen matkapuhelimia joko tekstiviestein tai WAP-palveluin, PDA-laitteita, digitaalista tv:tä ja puhelimen näppäilyäänimerkkejä. Periaatteessa etä-äänestämisen toteuttaminen voitaisiin hoitaa millä tahansa välineellä, jolla voidaan käyttää verkkoyhteyttä. Edellytyksenä etä-äänestämiselle on, että äänestäjä pystytään tunnistamaan turvallisesti.

Etä-äänestämisen heikkona puolena voidaan pitää sitä, että se asettaa vaalivapauden ja -salaisuuden turvattommaksi kuin muut äänestysvaihtoehdot. Jotta vaalivapauden ja vaalisalaisuuden turvallisuutta voitaisiin parantaa, tulee järjestelmän perustua vahvaan tunnistamiseen, vaikka tämäkään ei yksinään riitä. Eräs etä-äänestämisen keino on mahdollistaa äänen muuttaminen sähköisen äänestyksen aikana. Tämä parantaa vaalivapautta ja –salaisuutta. Tällaista

mallia on käytetty esimerkiksi Viron yleisissä vaaleissa onnistuneesti. Se kuitenkin heikentää vaalien keskeistä teemaa eli yhtäläisyyttä. Tällainen malli asettaa myös perinteistä äänestystapaa käyttävät eri asemaan, koska he eivät voi muuttaa antamaansa ääntä.

Äänestysjärjestelmän kannalta on olennaista, että siihen sisällytetään mahdollisuus laajentaa sähköinen etä-äänestäminen kattamaan Internet-äänestämisen lisäksi muut vaihtoehdot. Monikanavainen ajattelutapa mahdollistaa äänestysjärjestelmän joustavammaksi.

5.3. Edut

Sähköisen online-äänestämisen edut on helppo määritellä seuraaviin osaluokkiin [Sähköinen äänestäminen, 2008]:

- Äänestäminen etänä mistä vain tai missä äänestyspaikassa tahansa
- Äänestystapahtuman nopeutuminen
- Hylättyjen äänien poistuminen
- Vaalituloksen saannin nopeutuminen
- Potentiaaliset kustannussäästöt
- Äänestysaktiivisuuden kasvaminen.

Se, että äänestäjä voi äänestää etänä mistä vain voi vaikuttaa positiivisesti äänestäjiin ja äänestysaktiivisuuteen. Sähköinen äänestäminen mahdollistaa myös sen, että keskitetyn äänioikeusrekisterin myötä on mahdollista äänestää missä äänestyspaikassa tahansa vaalipiirin alueella tai jopa valtakunnallisesti. Tälle ei ole olemassa teknistä estettä.

Sähköinen äänestäminen nopeuttaa myös äänestystapahtumaa, varsinkin etä-äänestämässä, jolloin ei tarvitse poistua kotoa. Myös äänestyspaikalla tapahtuva äänestäminen nopeutuu, varsinkin ennakko-äänestyksessä, jolloin äänestyslippuja ei tarvitse sulkea kirjekuoriin.

Sähköinen äänestäminen mahdollistaa sen, että epäselviä ja mahdollisesti äänen hylkäämiseen johtavia merkintöjä ei enää tarvitse tulkita äänestyslipuista.

Eräs näkökohta sähköisen äänestämisen etuja on tulosten saannin nopeutuminen. Sähköiset äänet saadaan kerättyä keskitettyyn sähköiseen vaaliurnaun, josta ne ovat nopeasti laskettavissa sähköisesti.

Sähköisen äänestämisen avulla saatavat kustannussäästöt voivat syntyä vasta pitkän ajan kuluessa. Sähköinen äänestäminen tuo lisää kustannuksia varsinkin sähköisen äänestämisen alussa. Kustannuksia tuovat äänestysjärjestelmän suunnittelu sekä laitteisiin ja äänestysohjelmistoihin kohdistuvat kustannukset. Sähköisiin äänestyslaitteisiin kohdistuvat kustannukset kasvattavat kustannuksia lähinnä siinä tapauksessa, että sähköistä äänestämistä tarjotaan äänestyspaikoilla tai äänestyskioskeilla. Kustannussäästöt tulevat sähköisen äänestämisen kohdalla vaalihenkilöstön vähentämisen kautta. Sähköinen äänestäminen voi johtaa siihen, että äänestyspaikoilla tarvitaan vähemmän henkilökuntaa. Ääntenlaskentaan tarvittavaa työvoimaa sähköinen äänestäminen vähentää merkittävästi.

Äänestysaktiivisuuden kasvu voi toteutua sähköisen äänestämisen avulla varsinkin nuorten parissa. Sähköisen äänestämisen tuloksista on kuitenkin ollut nähtävissä, ettei sähköinen äänestäminen ole mikään poppakonsti äänestysaktiivisuuden kasvattamiseksi.

5.4. Riskit

Sähköiseen äänestämiseen liittyy runsaasti riskejä, jotka täytyy ottaa huomioon sähköistä äänestysjärjestelmää kehitettäessä. Kuten muissakin tietojärjestelmissä riskejä aiheuttavat ihmiset, laitteet ja ohjelmistot. Ihmisten aiheuttamia riskejä voidaan luokitella äänten myymiseen, ostamiseen ja vaihtamiseen, perheäänestämiseen sekä jonkin ehdokkaan äänestämisen pakottamiseen. Laitteisiin ja ohjelmistot aiheuttavat ongelmia, kun ne eivät toimi oikein, niitä käytetään väärin tai tahallisesti hyödynnetään laitteiden ja ohjelmistojen heikkouksia. Keskei-

simmät uhkakuvat liittyvät äänien manipulointiin, vaalisalaisuuden menettämiseen, vaalivapauden menettämiseen ja luottamuksen katoamiseen.

Laitteisto- ja ohjelmistonäkökulmasta tarkasteltuna keskeisimmät riskit sähköisen äänestämisen turvallisuudelle ja onnistumiselle tulevat hakkeroinnista, haittaohjelmista, palvelunestohyökkäyksistä ja järjestelmävirheistä [Mason, 2004]. Nämä tietoturvaohjelmat voivat aiheuttaa sen, että annettua ääntä muutetaan, äänen antaja voidaan yhdistää ääneen, äänestäjä voi äänestää useampaan kertaan tai äänen tallentuminen voidaan estää [Mason, 2004]. Näihin tietoturvaohjelmiin voidaan varautua suunnittelemalla äänestysjärjestelmä siten, että se kykenee toipumaan hyökkäyksistä käyttämällä varajärjestelmiä, jolloin tiedon eheys kyetään takaamaan. Yhtenä hyvänä tietoturvaa parantava tekijänä ovat älykortit, joiden avulla äänestäjät voivat käyttää järjestelmää tai vaalivirkailijat hallinnoida järjestelmää [Mason, 2004]. Erityisesti tietoturvaohjelmat koskettavat sähköistä etä-äänestämistä.

Sähköisessä etä-äänestämisessä ei ole käytössä välttämättä yhtenäistä äänestysalustaa, vaan äänestäminen tapahtuu käyttäen www-sivua, pois lukien äänestyspaikalla tai äänestyskioskilla äänestettäessä [Rubin, 2002]. Kotikoneet ja muut vastaavat laitteet muodostavat riskin sähköiselle äänestämiselle, koska ne voivat olla hakkereiden hallussa, tai haittaohjelmien saastuttamia. Kotikoneilla on yleensä lisäksi laaja kirjo erilaisia ohjelmia, jotka voivat sisältää haavoittuvuuksia, joita hakkerit ja haittaohjelmat voivat käyttää hyväkseen [Rubin, 2002].

Toisena tietoturvatekijänä voidaan nähdä tietoverkot. Näiden avulla voidaan suorittaa palvelimille palvelunestohyökkäyksiä. Lisäksi on huomioitava tietoliikenteen suojaaminen äänestystilanteessa, kun annettu ääni lähetetään äänestyspalvelimelle. [Rubin, 2002]

Kolmas keskeinen tietoturvariski on sosiaalinen hakkerointi. Sosiaalisen hakkeroinnin avulla voidaan levittää myös haittaohjelmia kuten tietoverkkojenkin avulla. Äänestäjien käyttäjätunnuksien kalastelu on myös yksi sosiaalisen hakkeroinnin piirre. On mahdollista, että jokin sivusto esiintyy sähköisenä äanes-

tyspaikkana, mutta itse asiassa kerääkin äänestäjien tiedot hyödyntääkseen niitä tai estääkseen äänestämisen. [Rubin, 2002]

Neljäs tietoturvaohje kohdistuu erikoisvälineisiin, joita voidaan käyttää sähköisessä äänestämässä. Vaikka oletusarvoisesti erikoisvälineet, kuten esimerkiksi älykortti, lisäävät tietoturvaa, voidaan saastutetulla tai murretulla älykortilla levittää haittaohjelmia, tai mahdollistaa pääsy sähköiseen äänestysjärjestelmään. Myös äänestyksessä käytettävällä tietokoneella voi olla haittaohjelmia, jotka voivat hyökätä älykortin tai sen lukijan kimppuun. Selvästikään erikoisvälineiden käyttö ei välttämättä poista tai vähennä tietoturvariskejä sähköiselle etä-äänestämälle. Rubinin [2002] johtopäätökset on, että sähköistä etä-äänestämistä ei voida käyttää ennen kuin tietoturvariskeistä on päästy eroon. [Rubin, 2002]

6. Sähköisen äänestämisen tilanne meillä ja muualla

Sähköinen äänestäminen puhuttaa ympäri maailmaa. Sähköisen äänestämisen kokeiluja ja käyttöönottoja onkin tehty monissa maissa. Myös keskustelu sähköisestä äänestämisestä on viime vuosina ollut vilkasta. Keskustelu on keskitynyt hyvin voimakkaasti etänä tapahtuvaan sähköiseen äänestämiseen Internetiä käyttäen. Etänä tapahtuvan sähköisen äänestämisen lisäksi on laajalti toteutettu äänestyspaikoilla tapahtuvaa sähköistä äänestämistä joko sähköisillä menetelmillä tai ei niin sähköisillä menetelmillä, joissakin tapauksissa voitaisiin puhua jopa mekaanisista menetelmistä. Euroopan Unionin alueella sähköistä äänestämistä on tutkittu jo 1990-luvun lopulta lähtien eucybervote- ja studentvote-järjestelmien kautta.

Suomessa sähköisestä äänestämisestä on puhuttu jo vuosia, mutta ensiaskeleita ollaan vasta nyt ottamassa pilottimuotoisen sähköisen äänestämisen merkeissä. Virossa puolestaan on ollut mahdollista äänestää etänä sähköisesti jo vuodesta 2005 lähtien. Moni muukin Euroopan valtio suunnittelee sähköisen äänestämisen käyttöönottoa joko äänestyspaikalla tapahtuvalla sähköisellä äänestämislä tai Internetin avulla etänä tapahtuvalla äänestämislä. Yksi laajimmista sähköisen äänestämisen edelläkävijöistä on Yhdysvallat, mutta siellä ei ole laajalti kokeiltu verkkoyhteyksin käytettävää sähköistä äänestämistä. Yhdysvalloissa on pitäyditty tallentavien äänestyskoneiden, optisten lukijoiden ja reikäkorttien tasolla. Brasiliassa äänestyspaikalla sähköisesti äänestäminen on ainut mahdollisuus äänestää koko maassa.

6.1. Suomi, ensiaskeleet tulossa

6.1.1. Taustaa

Suomessa sähköisen äänestämisen kehittäminen on puhuttanut 1990-luvun lopulta lähtien. Sähköistä äänestämistä on Suomessa käytetty tähän mennessä esimerkiksi korkeakoulujen edustajistovaaleissa, mutta yleisissä vaaleissa tai kansanäänestyksissä ei vielä ole päästy äänestämään sähköisesti. Lähtölauauksen sähköisen äänestämisen kehittämislle antoi valtioneuvoston vuonna 1998 antama päätös sähköisestä asioinnista, palveluiden kehittämisestä ja tie-

donkeruun vähentämisestä [Jääskeläinen, 2000]. Samalla Suomessa oli alettu panostaa voimakkaasti tietoyhteiskuntaohjelmiin. Joulukuun 1999 alusta tuli voimaan laki sähköisestä henkilökortista, ja vuoden 2000 alussa tuli voimaan laki, jolla asetettiin perusvaatimukset sähköiselle asioinnille [Jääskeläinen, 2000]. Perusta sähköisen hallinnon edistämiseksi oli saatu aikaan.

Vaalitietojärjestelmän kehittämisen tarpeet 2000-luvun alussa laukaisivat Suomessa varsinaisen pohdinnan sähköisen äänestämisen kehittämiseksi. Vuonna 2000 ilmestyneessä oikeusministeriön muistiossa nähtiin kaksi tietä sähköisen äänestämisen toteuttamiseksi. Toinen malleista oli etänä tapahtuva Internet-äänestys, jonka edut kyllä nähtiin, mutta jonka todettiin olevan epärealistinen vaihtoehto vaalisalaisuuden ja vaalivapauden turvaamiseksi. Toisena vaihtoehtoisena mallina nähtiin tallentavat äänestyskoneet, joita käyttäen äänestäminen tapahtuisi äänestyspaikalla. [Jääskeläinen, 2000]

Vuoden 2003 oikeusministeriön muistiossa vaalitietojärjestelmän kehittämisessä otettiin myös kantaa sähköiseen äänestämiseen [Jääskeläinen, 2003]. Keskeistä oli, että äänestysjärjestelmässä olisi toiminto, joka mahdollistaisi sähköisen äänestämisen ennakköäänestyksessä tai vaalipäivän äänestyksessä. Ehdotuksessa oli keskeistä, että äänestämistilanteessa käytettäisiin HST-kortin laatuvarmennetta henkilön tunnistamiseen ja äänestämiseen, jos henkilöllä sellainen on. Muussa tapauksessa tunnistaminen tapahtuisi henkilöllisyystodistuksella ja äänestäminen henkilötunnuksella [Jääskeläinen, 2003]. Etänä tapahtuva sähköinen äänestäminen oli myös yksi harkittu vaihtoehto. Äänestäminen tapahtuisi tässä tapauksessa HST-korttia käyttäen ja mahdollisesti myös biometrisillä elementeillä, joilla varmistettaisiin äänestäjän henkilöllisyys [Jääskeläinen, 2003]. Etänä tapahtuvan äänestyksen todettiin muistiossa kuitenkin sopivan vain kunnallisiin kansanäänestyksiin, joissa on mahdollista äänestää myös kirjeitse [Jääskeläinen, 2003]. Etänä tapahtuva sähköinen äänestäminen kuitenkin putosi pois seuraavassa vaalitietojärjestelmän kehittämisen esityksessä. Sen sijaan todettiin, että äänestyspaikalla tapahtuva sähköinen äänestäminen olisi mahdollista, ja se tulee sisällyttää uuteen vaalitietojärjestelmään [Jääskeläinen, 2004].

Vuoden 2004 oikeusministeriön esitys painottui erityisesti sähköiseen äänestämiseen [Jääskeläinen, 2004]. Vaalitietojärjestelmän kehityksen piirteet jätettiin pienemmälle huomiolle, vaikka äänestysjärjestelmä onkin osa sitä. Esityksessä painotetaan, miten sähköinen äänestäminen tulee toteuttaa, miten sähköisessä äänestämisessä menetellään, mitä etuja ja riskejä sähköinen äänestäminen sisältää sekä miten sähköinen äänestäminen tulisi toimeenpanna [Jääskeläinen, 2004]. Esityksessä vertailtiin myös keskitettyä ja äänestyspaikkakohtaisen sähköisen äänestysjärjestelmän sopivuutta, joista päädyttiin keskitettyyn äänestysjärjestelmään, jossa äänet siirtyvät äänestyspaikasta keskitettyyn sähköiseen vaaliuurnaun, ja käytetty ääni merkitään käytetyksi keskitettyyn äänioikeusrekisteriin. Malli toimisi tällöin sekä ennakoäänestyksessä sekä vaalipäivän äänestyksessä. Huomattavaa on, että esityksessä painotettiin, että sähköinen äänestäminen olisi käytössä vain ennakoäänestyksessä ja varsinaisen vaalipäivänä, laitos- ja kotiaänestys ja ulkomailla tapahtuva äänestämien suoritettaisiin vielä manuaalisesti sähköisen äänestämisen ensimmäisessä vaiheessa. [Jääskeläinen, 2004]. Jatkossa äänestäminen sähköistä äänestysjärjestelmää käyttäen olisi mahdollista, jos se olisi toiminnallisesti ja taloudellisesti järkevää. Esitys painottaa, että Suomessa ei ole nykyisen vaalilainsäädännön mukaan mahdollista äänestää etänä, mutta tulevaisuutta silmällä pitäen äänestysjärjestelmä tulisi rakentaa sellaiseksi, että se mahdollistaisi sähköisen etä-äänestämisen Internetissä. [Jääskeläinen, 2004]. Esityksen mukaan sähköisen äänestämisen aloittaminen olisi mahdollista vuoden 2008 kunnallisvaaleissa ja pilotointi sitä edeltävissä vuoden 2006 presidentinvaaleissa ja vuoden 2007 eduskuntavaaleissa [Jääskeläinen, 2004]. Tämä osui osittain kohdalle, koska sähköinen äänestäminen on ensimmäistä kertaa yleisissä vaaleissa käytössä Suomessa vuoden 2008 kunnallisvaaleissa, tosin vain pilotointina kolmessa kunnassa [Vaalit, 2008]. Alkuperäisen suunnitelman mukaan sähköisen äänestämisen pilotoinnin oli tarkoitus tapahtua vuoden 2007 eduskuntavaaleissa [HE 14/2006]. Vaalilain muutosesitys, joka mahdollistaa sähköisen äänestämisen pilotoinnin Karkkilassa, Kauniaisten ja Vihdin kuntien äänestyspaikoilla, meni läpi muutettuna siten, että pilotointi tehdään vasta kunnallisvaaleissa vuonna 2008, eikä eduskuntavaaleissa vuonna 2007. Tärkeimmän perusedellytyksen eli lainsäädännön mahdollistamana sähköinen äänestäminen on pilotoinnissa kunnallisvaaleissa

vuonna 2008 kolmessa edellä mainitussa kunnassa. Äänestys toimitetaan sähköisesti siten, että vain näiden kuntien äänestyspaikoissa pilottikuntien äänioikeutetut voivat äänestää sähköisesti.

6.1.2. Sähköinen äänestysjärjestelmä

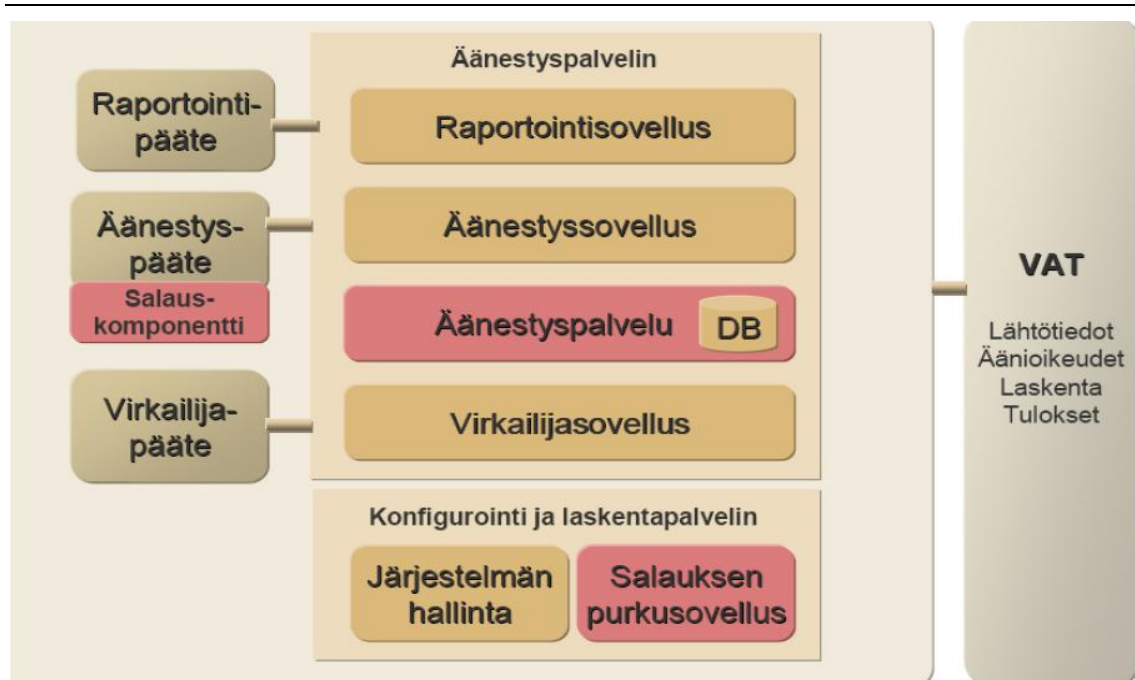
Äänestysjärjestelmä on keskitetty järjestelmä, johon ollaan yhteydessä tietoliikenneverkon kautta [Oikeusministeriö, 2008]. Sähköisen äänestämisen lisäksi pilotoinnissa on myös mahdollista äänestää rinnakkain lippuäänestyksellä. Itse äänestämisen prosesseissa ei ole suuria muutoksia verrattuna perinteiseen lippuäänestykseen. Sähköinen äänestys on vain sähköinen muoto perinteisestä tavasta äänestää. Vaalivirkailija tunnistaa edelleen äänestyspaikalla äänestäjän henkilöllisyyden ja tarkastaa äänioikeuden. Äänioikeuden tarkastamisen yhteydessä äänestäjän ilmaistaessa halukkuutensa äänestää sähköisesti hänelle ladataan henkilötiedot toimikorttiin, jolla äänestys suoritetaan äänestyskopissa [Oikeusministeriö, 2008]. Äänestyskopissa on kosketusnäyttölinen äänestyspääte, johon äänestäjä syöttää äänestyskortin ja syöttää valitsemansa ehdokkaan numeron ja vahvistaa valintansa [Oikeusministeriö, 2008]. Äänestyskortti palautetaan tämän jälkeen virkailijalle.

Sähköisen äänestysjärjestelmän ja koko vaalitietojärjestelmän toimittajana on TietoEnator, joka on ollut vaalitietojärjestelmien toimittajana jo 1980-luvulta lähtien. Sähköinen äänestysjärjestelmä koostuu kolmesta osasta [Tietoenator, 2008]:

1. virkailijan osasta, jolla tarkistetaan äänioikeus ja kirjataan se käytetyksi,
2. äänestyssovelluksesta, jolla äänioikeutettu antaa äänensä, sekä
3. äänestyspalvelusta, joka kirjaa annetun äänen ja vahvistaa äänioikeuden käytön.

Lisäksi äänestysjärjestelmässä on raportointisovellus seurantaan varten, järjestelmän hallinta, jota käytetään sähköisen äänestämisen perustamiseen, salauksen purkusovellus, jolla poistetaan salattujen äänten ja äänestäjien välinen tieto

sekä itse vaalitietojärjestelmä, jolla hoidetaan vaalien ylläpito, laskenta ja tulospalvelu. Nämä päätoiminnot on kuvattuna kuvassa 1.



Kuva 1. Sähköisen äänestyksen järjestelmä [Tietoenator, 2008].

Jotta sähköinen äänestäminen olisi mahdollista, tulee äänestysjärjestelmän sisältää perustiedot, jotka saadaan vaalitietojärjestelmästä (VAT). Vaalitietojärjestelmä sisältää tiedot äänioikeutetuista, ehdokkaista ja puolueista. Lisäksi äänestysjärjestelmälle tulee tehdä valmistavia toimenpiteitä. Kun äänestysjärjestelmä on valmis, suoritetaan sille vielä konfigurointi käyttämällä julkisen avaimen menetelmää. Konfiguroinnissa luodaan avainpari PKI-menetelmää käyttämällä, jossa avainparin yksityinen avain jaetaan osiin salaisen avaimen jakamisen menetelmällä. Tämän jälkeen nämä osat tallennetaan avausryhmän jäsenten toimikorteille, jotka suojataan henkilökohtaisilla salasanoilla. Avainparin julkista avainta käytetään äänestyksessä salaamaan käytetyt äänät. Tämä menettely mahdollistaa sen, että yksi henkilö ei voi purkaa vaaliuurnaan tallennettuja ääniä, vaan kaikkien henkilöiden toimikortit tarvitaan salauksen purkamiseen. [Tietoenator, 2008]

Ennen kuin äänestäjä päästetään äänestämään sähköisesti, hänet tunnistetaan samalla tavalla kuin lippuäänestyksessä. Tunnistamisen jälkeen äänestäjän ää-

nioikeus tarkastetaan ja äänioikeuden löytyessä se merkitään käytetyksi. Tämän jälkeen äänestäjälle luodaan sähköinen äänestyskortti, jossa on äänestäjän tiedot. [Tietoenator, 2008]

Äänestäminen järjestelmällä tapahtuu siten, että äänestäjä syöttää äänestyskortin kortinlukijaan, joka on yhteydessä äänestämiseen käytettävään päätelaitteeseen. Päätelaitteen sovellus tarkistaa äänestyskortin oikeellisuuden, äänioikeuden ja virkailijan kirjaaman aloitusmerkinnän. Kun äänestäjä on syöttänyt haluamansa äänen, sovellus salaa ja allekirjoittaa annetun äänen sähköisesti, merkitsee äänioikeuden käytetyksi ja tallentaa äänen.

Tulosten laskennassa salatut äänet puretaan siten, että äänestäjää ei pystytä yhdistämään annettuun ääneen. Salattujen äänien purkamisessa käytetään vaalien valmistelussa luotua salaista avainta. Salattu avain saadaan käyttöön, kun avausryhmän jäsenet luovuttavat jaetun avaimen. [Tietoenator, 2008]

6.2. Viro, etä-äänestämisen edelläkävijä

6.2.1. Taustaa

Virosta on tullut viimeisten vuosien aikana edelläkävijä sähköisessä äänestämisessä. Edelläkävijän asema ja maailman kiinnostuksen kohteeksi joutuminen sähköisessä äänestämisessä on johtunut siitä syystä, että Virossa on jo jonkin aikaa ollut mahdollista äänestää Internetin välityksellä yleisissä vaaleissa. Sähköisen etä-äänestämisen Virossa mahdollistaa sirullinen sähköinen henkilöllisyyskortti, joka on tällä hetkellä suurella osalla Viron kansalaisista. Laajalle levinnyt sähköinen henkilöllisyyskortti on mahdollistanut turvallisen äänestämisen verkossa.

Ensimmäiset sähköisen äänestämisen kokeilut tehtiin Virossa tammikuussa 2005 Tallinnassa pidetyssä mielipidemittauksessa [I-Voting pilot in Tallinn, 2007]. Lokakuussa 2005 Virossa oli mahdollista äänestää sähköisesti maanlaajuisesti etänä kunnallisvaaleissa. Se oli ensimmäinen kerta, kun valtakunnallisissa vaaleissa oli mahdollista äänestää maanlaajuisesti Internetissä. Sähköinen äänestäminen oli mahdollista myös vuoden 2007 parlamenttivaaleissa. Tämä

oli puolestaan ensimmäinen kerta maailmassa, kun parlamenttivaaleissa äänestettiin etänä sähköisesti.

6.2.2. Sähköisen HST-kortin levinneisyys mahdollistajana

Viron kehitys sähköisten palveluiden parissa on ollut huikeaa. Viro yksi eniten Internetiä ja IT-teknologiaa käyttävistä maista. Tämä on osaltaan mahdollistanut sen, että Virossa on kyetty aloittamaan sähköinen äänestäminen Internetissä. Virossa sähköinen äänestäminen sai alkusyökäyksen vuonna 2001, mutta varsinainen sähköisen äänestämisen projekti alkoi vuonna 2003 [Maaten, 2004].

Sähköinen äänestäminen tapahtuu siten, että HST-kortti asetetaan tietokoneen kortinlukulaitteeseen, jonka avulla tunnistaudutaan äänestysjärjestelmään Internetissä [Maaten, 2004]. Annettu ääni salataan äänestysjärjestelmän julkisella avaimella. Kun ääni on salattu, allekirjoitetaan se vielä HST-kortilla olevalla digitaalisella allekirjoituksella, eli henkilön omalla salaisella avaimella [Maaten, 2004]. Nämä tiedot säilyvät yhdessä siihen asti, kunnes ääntenlaskenta aloitetaan. Oleellista Viron mallissa on se, että sähköisesti annettua ääntä on mahdollista muuttaa vaalien aikana. Tämä estää osaltaan väärinkäytöksiä vaalivapauden ja vaalisalaisuuden suhteen. Sähköinen äänestäminen on mahdollista Virossa ainoastaan ennakkoäänestyksen aikana [Maaten, 2004]. Tällöin henkilö voi muuttaa annettua ääntä niin monesti kuin haluaa [Maaten, 2004]. Sähköisesti annettu ääni voidaan vielä mitätöidä varsinaisena vaalipäivänä annetulla paperisella äänellä [Maaten, 2004]. Myös tämä lisää äänestämisen turvallisuutta, koska on mahdollista muuttaa ääntä, jos on joutunut esimerkiksi painostuksen takia antamaan äänen jollekin muulle kuin haluamalleen ehdokkaalle.

6.2.3. Pilotointi 2005

Ensimmäinen sähköisen äänestämisen kokeilu suoritettiin tammikuun lopulla 2005 Viron Tallinnassa tehdyssä mielipidemittauksessa. Mielipidemittauksella etsittiin paikkaa pystytettävälle Vapauden patsaalle. Tällöin virolaisista yli puolella oli hallussaan HST-kortti, ja arvioiden mukaan Tallinnassa vielä useammalla, johtuen mahdollisuudesta käyttää korttia julkisessa liikenteessä mat-

kakorttina. MieliPIDemittaus oli sopivan kokoinen pilotti järjestelmän testaamiseksi oikeassa ympäristössä. Ennen kaikkea HST-kortin levinneisyys on toiminut vaikuttimena ja mahdollistaja tässä. Tämä pilotointi toimi valmisteluna vuoden 2005 kunnallisvaaleihin, joissa tähtäin oli koko maan laajuudessa sähköisessä äänestamisessä. [I-Voting pilot in Tallinn, 2007]

6.2.4. Kunnallisvaalit 2005

Lokakuussa 2005 Virossa järjestettiin ensimmäiset valtakunnalliset vaalit maailmassa, jossa oli mahdollisuus äänestää sähköisesti etänä perinteisen paperilippuäänestyksen lisäksi. Pohja sähköiselle äänestämislle oli hyvä Virossa, sillä noin 70 prosentilla asukkaista oli HST-kortti, minkä lisäksi Internet-käyttömahdollisuudet olivat kasvaneet ja levinneet laajalle. Koska HST-kortti oli suurella osalla kansalaisista ja IT-tekniikka pitkälle levinnyttä, pyrittiin sähköisellä äänestämislle nostamaan äänestysaktiivisuutta, joka oli selkeästi laskusuunnassa. Kaikki edellytykset oli siis luotu ennen vaaleja sopiviksi. [Madise and Martens, 2006]

Sähköinen äänestämisen suoritettiin ennen varsinaista vaalipäivää kolmen päivän ajan kestäväna ennakköänestyksenä. Varsinaisena äänestyspäivänä oli mahdollista äänestää perinteisesti ja samalla mitätöidä mahdollisesti annettu sähköinen ääni tällä menettelyllä. Virossa analysoiduissa tuloksissa huomattiin, ettei sähköinen äänestämisen saavuttanut kovinkaan suurta suosiota. Vain noin kaksi prosenttia annetuista äänistä annettiin sähköisesti [Breuer and Trechsel, 2006]. Kokonaisäänestysosallistumiseen ei sähköisellä äänestyksellä havaittu olevan suurtakaan vaikutusta [Breuer and Trechsel, 2006]. Vaalien jälkeen havaittiin, että lähtökohtana ollut nuorien innostaminen äänestämään oli osittain saavutettu, koska alle 40-vuotiaat äänestivät eniten sähköisesti. Keskituloisten parissa sähköinen äänestämisen oli kaikkein suosituinta. Huomioitavaa vaaleissa oli myös se, että kaikista ikäryhmistä löytyi sähköisesti äänestäneitä. Vaikka vaaleissa oli mahdollisuus muuttaa sähköisesti annettua ääntä, sitä ei kuitenkaan tapahtunut paljoakaan [Madise and Martens, 2006].

Teknisestikin sähköinen äänestämisen sujui hyvin, koska vakavia hyökkäyksiä järjestelmää vastaan ei tehty ja järjestelmä pysyi hyvin vakaana [Madise and

Martens, 2006]. Sähköistä äänestämistä voidaan pitää näiden kokemusten perusteella onnistuneena, vaikka osallistuminen jäikin suhteellisen pieneksi. Onnistuneen valtakunnallisen pilotin jälkeen Virossa päädyttiin ottamaan sähköinen äänestäminen osaksi äänestämistä myös seuraavissa parlamenttivaaleissa.

6.2.5. Parlamenttivaalit 2007

Maaliskuussa 2007 järjestettiin Virossa parlamenttivaalit, joissa oli mahdollista äänestää sähköisesti samalla tavoin kuin aiemmissa kunnallisvaaleissa 2005. Myös tällä kertaa Viro oli maailmalla edelläkävijänä [Trechsel, 2007]. Sähköisten palveluiden määrä ja samalla IT-teknologian ja Internetin käyttö oli kasvanut aiempiin vaaleihin verrattuna [Trechsel, 2007]. Näissä vaaleissakin sähköinen äänestäminen oli mahdollista ainoastaan ennakköänestyksen aikana. Kaiken kaikkiaan tuloksista saatiin selville, että 5.4 prosenttia äänestäneistä antoi äänensä vaaleissa sähköisesti. Samalla huomattiin, että edellisistä vaaleista äänestysosallistuminen kasvoi 3 prosenttiyksikköä [Trechsel, 2007]. Tutkimuksen mukaan vuoden 2005 kunnallisvaaleihin verrattuna ei suurta muutosta kuitenkaan syntynyt sähköisesti äänestäneiden taustojen kanssa [Trechsel, 2007].

6.3. Britannia, monikanavainen kokeilija

6.3.1. Taustaa

Britanniassa on herätty muun maailman tapaan sähköiseen äänestämiseen. Myös Britanniassa sekä poliittinen aktiivisuus että äänestysaktiivisuus ovat olleet laskusuunnassa 1990-luvun lopulta lähtien. Tämä on saanut aikaan Britanniassa sen, että siellä on alettu miettiä keinoja aktiivisuuden lisäämiseksi. E-demokratia hankkeet ovat Britanniassa keskeinen lähtökohta poliittisen ja yhteiskunnallisen aktiivisuuden lisäämiseksi. Yksi tärkeimmistä päämääristä on sähköisen äänestämisen kehittäminen ja käyttöönotto. [Pratchett and Wingfield, 2004]

Lähtökohdat sähköisen äänestämisen kehittämiselle on antanut hallitus, joka on luvannut, että kuluvan vuosikymmenen aikana voidaan äänestää sähköisesti valtakunnallisissa vaaleissa. Tämä on osaltaan johtanut Britanniassa siihen, että vaalien toimittamista pyritään modernisoimaan. Ensimmäiset askeleet val-

takunnallisen sähköisen äänestämisen mahdollistamiseksi tehtiin vaalilain muutoksen kautta. Tämä mahdollistaa kotona tapahtuvan äänestämisen ja äänen lähettämisen postitse. Postiäänestyksen lisäksi Britanniassa päätettiin sähköisen äänestämisen pilotointien tapahtuvan paikallisvaaleissa vuosina 2002 ja 2003. Näiden lisäksi Britanniassa on suoritettu muita pilotointeja eri vaaleissa. Sähköistä äänestämistä on pilotoitu paikallisvaaleissa myös vuosina 2004 ja 2007. Tässä käydään läpi vuosien 2002 ja 2003 pilotointien tuloksia ja niistä saatuja kokemuksia. [Pratchett and Wingfield, 2004]

Äänestämisen modernisoinnin taustalla ollut äänestysaktiivisuuden lasku oli johtanut sähköisen äänestämisen strategioiden suunnitteluun. Vaikka Britanniassakin tiedostettiin, ettei sähköinen äänestäminen ole ihmeitä tekevä keino äänestysaktiivisuuden nostaja, se nähtiin kuitenkin mahdollisuutena. Sähköinen äänestäminen on yksi äänestysvaihtoehto, se tuo myös joustavuutta äänestämiseen, sillä sen avulla ei olla sidottuina ainoastaan yhteen vaihtoehtoon [Pratchett and Wingfield, 2004]. Vuonna 2000 tehty lakimuutos mahdollisti postitse äänestämisen, jota Britanniassa käytettiin yleisvaaleissa 2001. Sähköinen äänestämisen on postiäänestyksen laajennus.

6.3.2. Monikanavaisuus

Britanniassa tärkeimpinä sähköisen äänestämisen mahdollistavina ydinprojekteina ovat paikallisten äänestäjärekisterien yhteistoiminnallisuus ja eri äänestysjärjestelmien yhteensovittaminen EML:n avulla [Pratchett and Wingfield, 2004]. Britannia poikkeaa monista Euroopan maista siinä, että Britanniassa ei ole valtakunnallista äänestäjärekisteriä vaan äänestäjärekisterit ovat paikallisia. Äänestäjärekisterien yhdistämisen kehittäminen mahdollistaa Britanniassa sähköisen äänestämisen käytön [Xenakis and Macintosh, 2004]. EML:n kehittämisprojekti mahdollistaa linkityksen erilaisten alustojen välillä sekä tiedonsiirron erilaisten sähköisen äänestämisen järjestelmien välillä [Pratchett and Wingfield, 2004]. Tietojen siirtyminen erilaisten äänestysjärjestelmien välillä onkin tärkeää, sillä Britanniassa on sitouduttu sähköisessä äänestämässä monikanava-ajatteluun [Pratchett and Wingfield, 2004]. Monikanava-tyyppinen sähköinen äänestäminen Britanniassa kattaa äänestämisen Internetissä, kioski-

tyyppisen äänestämisen, interaktiivisen digi-tv:n, tekstiviestit, puhelimen äänisignaaliin ja äänestyspaikoilla tapahtuvan äänestämisen.

Koska Britanniassa on päädytty rohkeasti monikanava-ajatteluun sähköisessä äänestämisessä, on sillä vaikutuksia myös äänestysjärjestelmien toimittamiseen. Kuten Pratchett and Wingfield [2004] toteavat, Britannia poikkeaa muista maista sitoutumisessa sähköisen äänestämisen markkinoihin. Kun muualla määritellään ensin tarvittavat komponentit ja pyydetään valittua toimittajaa toteuttamaan järjestelmä, niin Britanniassa äänestysjärjestelmien kehitys on kaupallisten toimittajien käsissä. Tästä seuraa se, että Britanniassa viranomaisilla on käsissään kokoelma erilaisia järjestelmiä. Osansa äänestysjärjestelmien ja äänestäjärekisterien uudistamiselle on aiheuttanut myös se, että Britanniassa vaalit ovat keskitetyn prosessin sijasta hajautettu prosessi. Myös järjestelmille tämä aiheuttaa lisähaasteita, koska lähtökohtana on, että äänestysjärjestelmän on siedettävä tätä hajaantuneisuutta. [Pratchett and Wingfield, 2004]

6.3.3. Pilotointi 2002

Ensimmäinen sähköisen äänestämisen kokeilu tapahtui Britanniassa vuoden 2002 paikallisvaaleissa. Sähköisen äänestämisen pilotointiin otti osaa 17 kaupunkia. Pilotointi tapahtui suhteellisen pienessä mittakaavassa, ja osallistujia oli vain muutamia tuhansia kaupungeittain. Pilotoinnille asetti haasteita suuri äänestysjärjestelmien toimittajamäärä. Pilotoinnissa oli mukana yhteensä 11 toimittajan äänestysjärjestelmät, jotka maan hallitus oli valinnut. Kustannuksia pilotoinnista aiheutui 6 miljoonaa euroa, josta 3,5 miljoonaa oli viiden monikanavapilotin osuus. [Pratchett and Wingfield, 2004]

Äänestysprosentti nousi pilottialueilla aiempiin samanlaisiin vaaleihin verrattuna. Tämän pilotin tulokset tarjosivat hyvän kuvan sekä organisaatioiden että markkinoiden kapasiteetista toimia sähköisissä vaaleissa. Pratchetin ja Wingfieldin [2004] mukaan pilotointiin liittyi rajoitteita, joiden perusteella tietoturvallisuudesta, vaalisalaisuudesta ja yksityisyydestä ei saatu kunnollista kuvaa pilotin pienestä mittakaavasta johtuen.

6.3.4. Pilotointi 2003

Vuoden 2003 pilotointi oli laajempi kuin aiempi vuoden 2002 pilotointi. Vuoden 2003 pilotointiin otti osaa yhteensä 59 paikkakuntaa, joista 17 pilotoi sähköistä äänestämistä. Näissä paikallisvaaleissa oli vuoden 2002 vaalien tapaan mahdollisuus äänestää sähköisesti monikanavaisesti. Vaaleissa käytetyt sähköisen äänestämisen tekniikat olivat Internet, äänestyskioskit, puhelin, tekstiviesti ja interaktiivinen digi-tv. Pilotoinnissa testattiin sähköisen äänestämisen lisäksi myös postiäänestystä, sähköistä tiedottamista, pidennettyjä äänestysaikoja ja sähköistä tulosten laskentaa. [Norris, 2004]

Vaalien tuloksista saatiin selville, että 9 prosenttia äänioikeutetuista käytti sähköistä äänestämistä. Sähköisesti annetut äänet kattoivat yhteensä annetuista äänistä 25 prosenttia. Mahdollisuus sähköiseen äänestämiseen lisäsi äänestysprosenttia kolmasosassa alueita, jäljelle jääneiden äänestysprosentti oli kuitenkin heikompi edellisiin vaaleihin verrattuna. Lisäksi oli huomattavaa, että kokonaisäänestysprosentti pysyi melkein samana kuin aiemmissa vaaleissa, tosin pienellä 0,8 prosentin laskulla. Mielenkiintoisesti postitse äänestäminen lisäsi 15 prosenttia kokonaisäänestysprosenttia. [Norris, 2004]

Näistä luvuista voidaan jo nähdä, ettei sähköinen äänestäminen lisää suuresti kiinnostusta äänestämistä kohtaan. Sähköisen äänestämisen on ajateltu Britanniassakin nostavan nuorten osallistumista vaaleissa. Tuloksissa nähtiin, että vain alle 20 prosenttia nuorista äänesti paikallisvaaleissa. Nuoret tosin käyttivät eniten mahdollisuutta sähköiseen äänestämiseen verrattuna muihin ikäryhmiin. [Norris, 2004]

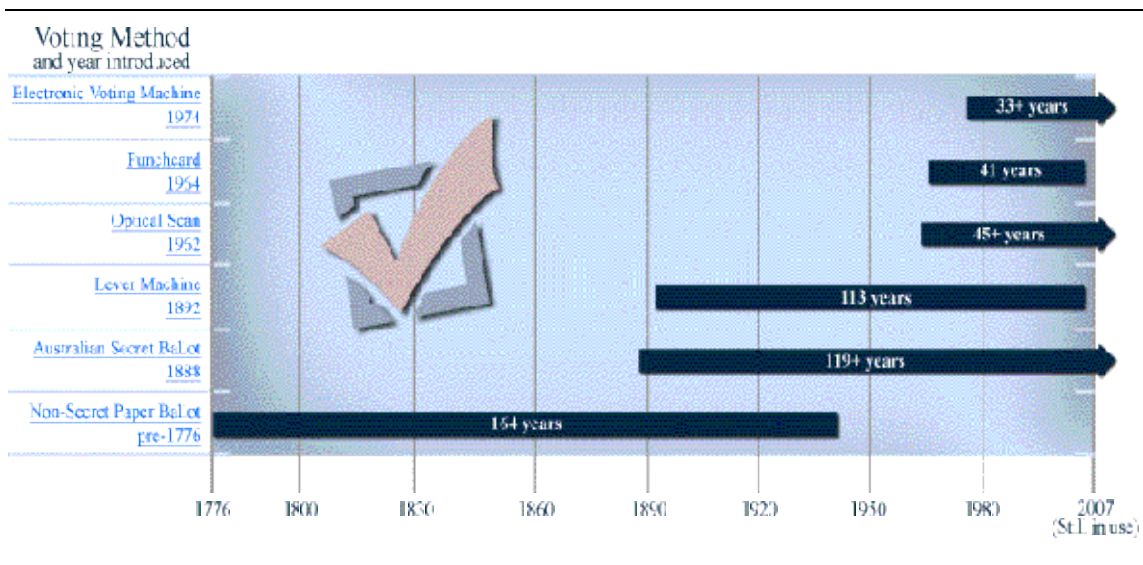
6.4. Yhdysvallat, skandaaleja etäkokeiluja

6.4.1. Taustaa

Yhdysvallat on ollut pitkään käyttämässä ja edelleen kehittämässä sähköistä äänestämistä. Yhdysvalloissa sähköisen äänestämisen perinne on lähtöisin mekaanisista vipuvarsikoneista. Näiden jälkeen on käyttöön kehitetty yhä käytössä olevia reikäkorttijärjestelmiä, kehittyneempiä vipuvarsijärjestelmiä, optisia

äänestyslipun lukijoita ja tallentavia äänestyskoneita. Vuonna 2004 käytetyin äänestysmenetelmä perustui optisiin äänestyslipun lukijoihin, sähköisten menetelmien jäädessä vielä toiseksi [Brace, 2004].

Yhdysvalloissa on käytössä laaja kirjo erilaisten sähköisten äänestysmenetelmien suhteen, jota kuvaa hyvin kuva 2. Tätäkin laajempi kirjo on järjestelmätöimittäjien suhteen. Syy äänestysmenetelmien laajuuteen johtuu Yhdysvaltojen hajautetusta vaalien hallinnosta [Solop, 2004a]. Yhdysvalloissa jokainen osavaltio päättää itse omista äänestysäännöistään, minkä lisäksi osavaltioiden piirikunnat päättävät, miten äänestäminen ja äänten laskenta piirikunnassa suoritetaan [Solop, 2004a].



Kuva2. Äänestysmenetelmät Yhdysvalloissa [Voting Machines ProCon.org, 2008].

Yhdysvaltojen kokemukset eri äänestämismenetelmistä ovat olleet suhteellisen vaihtelevia. Varsinkin 2000-luvulla on huomattu ongelmia erityisesti äänten laskennassa ja äänestyslaitteiden tietoturvasa. Erityisesti muistissa on vuoden 2000 presidentinvaalit, joissa Floridan tuloksen selviäminen kesti pitkään äänestyksen päättymisen jälkeen [Solop, 2004a]. Syynä tälle oli, että ääntenlaskentakoneet eivät suostuneet laskemaan kaikkia reikäkorteilla annettuja ääniä, vaikka ne olisivatkin olleet hyväksyttävissä [Solop, 2004a]. Erityisesti 2000-luvun ilmiönä ovat olleet juuri luotettavuusongelmat äänestyslaitteiden kanssa [Voting Machines ProCon.org, 2008].

Yhdysvalloissa on ollut muitakin ongelmia sähköisen äänestämisen kanssa, tässä esimerkkinä pari tapausta. Brownadin piirikunnassa Floridassa suorite-
tuissa vaaleissa vuonna 2004 annettiin 10 844 ääntä, joista 134 oli ylimääräisiä. Merkittävää näissä ylimääräisissä äänissä oli, että vaalin voittaja voitti ainoas-
taan 12 äänellä. Boonen piirikunnassa Indianassa vuonna 2004 yleisvaaleissa
annettiin ääniä yli 144 000, kun äänestäjiä oli rekisteröitynyt vain 19 000. Heis-
täkin ainoastaan noin 5500 äänesti. [Simons, 2004]

Vaikka Yhdysvaltojen sähköisen äänestämisen kokemukset ovat olleet ongel-
mallisia, on siellä siitä huolimatta päästy kokeilemaan sähköistä etä-
äänestämistä. Etä-äänestyskokeiluja on Yhdysvalloissa suoritettu demokraatti-
en presidenttiehdokkaan esivaaleissa ja republikaanien presidenttiehdokkai-
den kannatusmittauksessa sekä VOI-projektissa, jossa tarkoituksena oli mah-
dollistaa ulkomailla asuvien Yhdysvaltojen kansalaisten äänestäminen Interne-
tissä [Alvarez, 2004]. Näiden lisäksi Yhdysvalloissa on käytetty runsaasti säh-
köistä etä-äänestämistä yksityisellä sektorilla sekä ei-sitovissa äänestyksissä
[Solop, 2004a].

6.4.2. Demokraatit Arizonassa 2000

Arizonassa järjestettävissä demokraattien presidenttiehdokkaan esivaaleissa
vuonna 2004 oli mahdollista äänestää sähköisesti etänä [Solop, 2004b]. Tämän
mahdollistavana tekijänä oli osavaltion lainsäädäntö, jonka mukaan demo-
kraattien esivaalit ovat luonteeltaan yksityiset vaalit, eivätkä yleiset [Solop,
2004b]. Demokraatit saivat tästä idean, että esivaaleissa 2000 olisi mahdollista
äänestää perinteisen äänestämisen rinnalla postitse sekä sähköisesti etänä In-
ternetissä [Solop, 2004b]. Merkittävää oli myös se, että vuoden 2000 esivaalit
olivat vasta toiset Arizonassa järjestettävät presidenttiehdokkaiden esivaalit
[Alvarez, 2004].

Ennen esivaaleja rekisteröityneet demokraattien äänestäjät saivat postissa hen-
kilökohtaisen PIN-koodin, jota tulisi käyttää sähköisessä äänestämässä. Ää-
nestämisprosessi eteni siten, että esivaalien ennakkovaaleissa äänestäjät meni-
vät joko Arizonan demokraattien äänestyssivulle tai election.com:n sivuille, jos-

sa he syöttivät PIN-koodin ja vastasivat pariin henkilökohtaiseen kysymykseen tunnistautuakseen äänestysjärjestelmään. Ennakkoäänestyksen jälkeen oli vielä mahdollista äänestää sähköisesti äänestyskioskeissa tai perinteisellä tavalla. Äänestämässä käytetyillä PIN-koodeilla varmistettiin, että kukaan ei äänestä useampaa kertaa. PIN-koodien kanssa oli kuitenkin hankaluuksia niiden joko kadotessa tai tuhoutuessa, sillä niiden tilalle ei saanut uusia. Osalla käyttäjistä oli myös ongelmia www-selainten kanssa. Osalla äänestäminen ei onnistunut, koska äänestysjärjestelmä ei ollut yhteensopiva kaikkien käyttöjärjestelmien kanssa. [Alvarez, 2004]

Esivaalien tuloksissa oli havaittavissa, että vain 10,6 prosenttia demokraateista äänesti esivaaleissa [Alvarez, 2004]. Näistä äänestäneistä kuitenkin 41 prosenttia äänesti sähköisesti etänä ja 5 prosenttia äänestyskioskeissa [Solop, 2004b]. Melkein puolet äänestäjistä valitsi siis sähköisen äänestystavan. Esivaalien tuloksista saatiin myös selville, että korkeasti koulutetut, hyvätuloiset sekä nuoret ja keski-ikäiset äänestivät sähköisesti muita enemmän [Solop, 2004b]. Aiempiin vaaleihin vertailukohtaa oli kuitenkin vaikea hakea, koska edelliset vuonna 1996 järjestetyt presidenttiehdokkaan esivaalit olivat ensimmäiset Arizonassa [Solop, 2004b].

6.4.3. Republikaanit Alaskassa 2000

Vuonna 2000 Alaskan republikaanit suorittivat Alaskassa äänestyskokeilun, jossa mitattiin osavaltion laajuisesti presidenttiehdokkaiden kannatusta. Presidenttiehdokkaiden kannatusmittausäänestys ei ollut sitova republikaanien presidenttiehdokasta valittaessa. Äänestyskokeilussa kokeiltiin Internetissä äänestämistä, sillä etä-äänestämisen ajateltiin parantavan osallistumismahdollisuuksia pitkien välimatkojen ja ankarien olosuhteiden johdosta. Äänioikeutettuja mielipidemittauksessa oli ainoastaan 3500, joista loppujen lopuksi vain 56 äänioikeutettua ilmoittautui etä-äänestäjiksi. Näistäkin vain 35 äänesti. Kannatusmittaukseen osallistuneiden määrä oli niin pieni, että tuloksista ei voi tehdä johtopäätöksiä suuntaan tai toiseen. [Alvarez, 2004]

6.5. Brasilia, tallentavien äänestyskoneiden konkari

6.5.1. Tallentavat äänestyskoneet

Brasilia on mielenkiintoinen kohde sähköisen äänestämisen saralla, koska sitä ja Latinalaista Amerikkaa ei lasketa kehittyneisiin maihin Pohjois-Amerikan ja Euroopan tavoin. Brasiliassa sähköinen äänestäminen tapahtuu äänestyspaikalla, ei etänä Internetin avulla. Brasilia oli kuitenkin ensimmäisiä valtioita maailmassa, jossa vaaleissa oli mahdollista äänestää sähköisesti koko maassa. Ensimmäiset äänestyslaitteet olivat koneita, joilla näppäiltiin ääni, joka sitten tallennettiin koneen muistiin. Kyseisillä koneilla äänestettäessä äänestäjä ei voinut varmistua, antoiko hän äänensä oikein, ja tallentuiko se vaaliuurna. Näin meneteltiin Brasiliassa pitkään, kunnes äänestyskoneisiin lisättiin tulostimet, joilla syntyi paperinen varmistuslappu. Näistä äänestyskoneista siirryttiin kuitenkin kosketusnäytöllisiin äänestyskoneisiin, jotka mahdollistivat paremman käytettävyyden ja ulkoasun äänestäjille. [Filho, 2005]

6.5.2. Kritiikki

Brasiliassa tapahtuva sähköistä äänestämistä kohtaan on noussut kritiikkiä. Osa sähköisen äänestämisen kritiikistä on kohdistunut siihen, että sähköisen äänestämisen lähtökohta on ollut hyvin tekninen ja kaupallisesti orientoitunut. Sähköisen äänestysjärjestelmän hankkimista on kritisoitu: miksi tarvitaan kallis järjestelmä, kun maassa tulisi kiinnittää huomiota muihin ongelmiin kuten esimerkiksi köyhyyteen ja veden riittävyyteen. Osa kritiikistä kohdistuu myös siihen, ettei Brasiliassa ole keskustelu akateemisella ja yhteiskunnan tasolla sähköisestä äänestämisestä paljoakaan. Tällaisen keskustelun puute on uhka yhteiskunnan kehitykselle, ja vaarana voi olla yhteiskunnan voimakkaampi yhä eriytyminen luokkiin. [Rodrigues-Filho et al., 2006]

Rodriguez-Filho ja muut [2006] esittelevät vaihtoehtoisen menetelmän sähköisen äänestämisen luomiseksi Brasiliaan ja toteaa, että äänestäjäkeskeinen lähtökohta olisi parempi vaihtoehto nykyiselle järjestelmälle. Äänestäjäkeskeisessä mallissa äänestäjät ottaisivat osaa sähköisen äänestämisen läpinäkyvyyden ja käytettävyyden parantamiseksi. Tällaisella mallilla toteutetussa järjestelmässä otettaisiin huomioon paremmin tietokoneen ja ihmisen vuorovaikutussuhde.

Tämä johtaisi siihen, että myös ne, jotka eivät ole tottuneita tietokoneen käyttäjiä voisivat omaksua sähköisen äänestämisen helpommin. [Rodrigues-Filho et al., 2006]

Brasiliassa kritiikin syynä näyttäisi olevan keskustelun ja sähköisen äänestysjärjestelmän auditoinnin puutteet. Tärkeää olisi, että järjestelmän valintaa ei suoritettaisi yhteiskunnalta pimennossa, vaan mahdollistettaisiin akateeminen keskustelu ja tutkimus sekä eri alojen asiantuntijoiden mukanaolo äänestysjärjestelmän suunnittelussa. Hyvin merkittävä painotus Rodriguez-Filhon ja muiden [2006] esityksessä on, että onko tarpeellista panostaa sähköiseen äänestämiseen, kun yhteiskunnassa tarvittaisiin panostusta myös kaikkialla muualla.

7. Yhteenveto ja johtopäätökset

Sähköinen äänestäminen on laaja pelikenttä, jossa asioita tulee tarkastella monelta kantilta. Keskeisimmät sähköiseen äänestämiseen vaikuttavat tekijät liittyvät lainsäädäntöön, sähköiselle äänestämislle asetettuihin vaatimuksiin sekä sähköisen äänestyksen toteutustapoihin. Lainsäädännön asettamien lähtökohtien perusteella voidaan johtaa sähköisen äänestysjärjestelmän vaatimat ominaisuudet. Näiden toteuttaminen ei kuitenkaan ole yksinkertaista. Sähköisen äänestämisen toteuttaminen asettaa pohdittavaksi sen edut ja haitat. Jos sähköinen äänestäminen halutaan toteuttaa, johtaa se siihen, että täytyy hyväksyä riskit, joita se tuo mukanaan.

Sähköinen tunnistaminen on mahdollista monin eri keinoin: käyttäjätunnus-salasana -parilla, kertakäyttöisillä salasanoilla sekä varmennepohjaisilla ja biometrisillä menetelmillä. Suomessa Vetuma on mielenkiintoinen palvelu sähköisen äänestämisen kannalta. Vetumassa hyödynnetään erilaisia sähköisiä tunnistamiskeinoja kuten pankkitunnuksia, mobiilitunnistamista ja HST-korttia. Erityisesti sen tarjoamia palveluita voitaisiin soveltaa sähköisessä etäänestämisessä.

Sähköisen etäänestämisen kohdalla on tärkeintä saada selville, miten henkilön tunnistaminen toteutetaan mahdollisimman turvallisesti, sekä miten voidaan minimoida vaalivapauteen ja -salaisuuteen kohdistuvat riskit. Vaikka osa äänestäjistä pystyisikin itse huolehtimaan näiden asioiden turvaamisesta, täytyy kuitenkin ottaa huomioon myös ne henkilöt, jotka eivät siihen itse kykene. Vaikka henkilön tunnistaminen sähköisesti onnistuisikin turvallisesti ja riittävästi varmasti, tulee ottaa huomioon myös äänestysjärjestelmien turvallisuus.

Sähköisen äänestämisen lähtökohdat voidaan johtaa yleisille vaaleille asetetuista vaatimuksista, jotka ovat yleensä kirjattuna lainsäädäntöön. Yleisten perusvaatimusten mukaan sekä vaalien että äänestysten tulee olla yleiset, vapaat, salaiset, yhtäläiset ja välittömät. Näihin vaatimuksiin liittyy myös runsaasti erilaisia ominaisuuksia, jotka tulee ottaa huomioon sähköisen äänestämisen suunnittelussa. Yleisyyden vaatimukseen liittyy erityisesti äänioikeuteen, ää-

nestämiseen ja äänestysjärjestelmään kohdistuvat asiat. Lisäksi sen ominaisuuksina voidaan nähdä käytettävyys, saavutettavuus, saatavuus sekä yhteentoimivuus muiden järjestelmien välillä. Vaalivapaus on yksi keskeisimmistä vaatimuksista sähköisessä äänestämisessä. Sähköisessä äänestämisessä äänestäjän on kyettävä antamaan ääni vapaasti ilman häiriötekijöitä ja varmistumaan, että annettu ääni on todellakin tallentunut äänestysjärjestelmään. Vaalivapauden lisäksi vaalisalaisuus on kriittinen vaatimus vaaleille. Jotta vaalisalaisuuden vaatimus täyttyisi, on sähköinen äänestäminen kyettävä tekemään siten, että annettu ääni ei paljastu missään äänestämisen vaiheessa eikä sitä voida myöskään yhdistää äänestäjään. Tästä on sähköisen äänestysjärjestelmän kyettävä huolehtimaan. Yhtäläisyyden vaatimus merkitsee sitä, että se toteuttaa yhden äänen periaatteen, eli jokainen äänestäjä voi antaa yhden äänen ainoastaan kerran. Yhtäläisyyteen liittyy myös äänestämisprosessien läpinäkyvyys, tasa-arvoinen kohtelu, äänten laskenta siten, että jokainen ääni tulee lasketuksi vain kerran sekä se, että vaalien tulosta ei tule saattaa saataville ennen vaalien päättymistä. Vaalien tuloksen julkistamiseen liittyy myös keskeinen yleisten vaalien vaatimus eli välittömyys, eli tulosten laskenta voidaan aloittaa vasta äänestämisen päätyttyä. Yhtenä lisäpiirteenä voidaan ajatella sitä, että sähköisen äänestämisen tulee toteuttaa demokraattisuuden vaatimus. Demokraattisuuteen voidaan liittää luottamuksellisuuden, läpinäkyvyyden, varmennettavuuden, vastuullisuuden, luotettavuuden, turvallisuuden, yksinkertaisuuden, avoimuuden ja todennettavuuden ominaisuudet. Sähköisen äänestysjärjestelmän tulee pystyä toteuttamaan nämä vaatimukset ja ominaisuudet.

Sähköisen äänestysjärjestelmän toteuttamistapoja pohdittaessa on mietittävä, millä tavalla sähköinen äänestäminen halutaan toteuttaa. Sähköinen äänestämisen toteutustavat voidaan jakaa kolmeen luokkaan: äänestyslippumenetelmiin, tallentaviin äänestyskoneisiin sekä online-äänestämiseen. Äänestyslippumenetelmiin perustuvat sähköiset äänestysjärjestelmät toimivat merkitsemällä ääni äänestyslippuun joko apuvälinein tai käsin, jonka jälkeen merkinnät luetaan reikäkorttikoneella tai optisella lukijalla. Tallentavat äänestyskoneet toimivat sillä periaatteella, että ääni annetaan päätelaitteella, jolloin ääni tallentuu äänestyskoneen muistiin. Online-tyyppisesti sähköisesti on mahdollista äänestää

äänestyspaikoissa, äänestyskioskeissa tai etänä jollain sopivalla päätelaitteella. Äänestyspaikalla tapahtuvassa sähköisessä äänestämisessä annetut äänet siirtyvät tietoverkkoa pitkin keskitettyyn äänirekisteriin. Äänestyskioskissa tehtävä sähköinen äänestäminen on hyvin samankaltainen kuin äänestyspaikalla tapahtuva, mutta kyseessä ei ole vaaliviranomaisten tarkkailun alla oleva paikka. Sähköisessä etä-äänestämisessä on mahdollista äänestää paikasta riippumatta äänestysajan aikana, ja siinä on mahdollista hyödyntää erilaisia päätelaitteita. Äänestämiseen ei siis välttämättä tarvita tietokonetta, vaan äänestää voidaan jollain muullakin päätelaitteella, esimerkiksi matkapuhelimella. Sähköistä äänestysjärjestelmää suunniteltaessa on vaatimusten, ominaisuuksien ja toteutustapojen lisäksi pohdittava etujen ja riskien suhdetta. Sähköisen äänestämisen edut ovat selkeästi nähtävillä, mutta samalla sähköinen äänestäminen aiheuttaa myös uhkia vaaleihin ja äänestämiseen liittyville vaatimuksille. Näistä riskeistä huolimatta sähköistä äänestämistä on toteutettu maailmalla erilaisia menetelmiä käyttäen.

Suomessa sähköinen äänestäminen on puhuttanut pitkään, ja aihetta on käsitelty niin valtionhallinnon kuin mediankin tahoilta. Sähköistä äänestämistä ei ole vielä Suomessa päästy toteuttamaan yleisissä vaaleissa, mutta kokemuksia on kertynyt esimerkiksi korkeakoulujen edustajistovaaleista. Sähköisen äänestämisen kehittäminen on ollut Suomessa pitkä prosessi, jota on suunniteltu 2000-luvun alusta lähtien. Suurin vaikuttava tekijä sähköisen äänestämisen kehittämiseen on ollut vaalitietojärjestelmän tekninen kehittäminen vastaamaan nykyistä tekniikkaa. Varsinainen lähtölaukaus sähköisen äänestämisen kehittämiseksi tuli ilmoille oikeusministeriön valmistamassa vaalitietojärjestelmän kehittämisen esityksessä 2004. Tästä lähtölaukauksesta oikeusministeriö laati hallitukselle vaalilain muutosesityksen, joka meni läpi, ja joka mahdollistaa sähköisen äänestämisen kolmessa kunnassa vuoden 2008 kunnallisvaaleissa. Sähköisen äänestämisen toteutustavaksi valittiin äänestyspaikoissa tapahtuva sähköinen äänestäminen päätelaitteen avulla, joka on yhteydessä äänestysjärjestelmään. Sähköisessä äänestämisessä käytetään sirullista korttia, jonka avulla varsinainen äänestäminen päätelaitteella suoritetaan. Äänestyspaikalla tapahtuvaan äänestämiseen päätyminen johtui osittain siitä syystä, että sitä kautta voi-

daan taata paremmin vaalivapaus ja -salaisuus, kuin esimerkiksi sähköisessä etä-äänestämisessä.

Vaikka Suomessa on lähdetty suhteellisen verkkaisesti liikkeelle sähköisessä äänestämisessä, on muualla maailmalla, erityisesti Euroopan alueella, lähdetty jo aiemmin kehittämään sähköistä äänestämistä. Kun Suomen tienä on ollut lähteä kehittämään äänestyspaikoilla tapahtuvaa sähköistä äänestämistä, on Virossa lähdetty rohkeasti suoraan sähköisen etä-äänestämisen tielle. Virossa sähköisen etä-äänestämisen mahdollistajana on ollut HST-kortin laaja levinneisyys. Sähköinen etä-äänestäminen ei kuitenkaan nostanut merkittävästi äänestysaktiivisuutta Virossa. Myös äänestäneistä harva käytti sähköistä etä-äänestämistä. Britannian sähköisen äänestämisen kokeiluissa puolestaan oli havaittavissa Viroa runsaampaa kiinnostusta sähköiseen äänestämiseen, mutta sielläkään tämä ei heijastunut äänestysaktiivisuuteen. Toki on huomattava, että Virossa oli mahdollista äänestää sähköisesti valtakunnallisesti. Britanniassa puolestaan on kokeiltu useita erilaisia sähköisiä äänestämiskeinoja. Britanniassa sähköisen äänestämisen kokeiluissa on ollut mahdollista äänestää sähköisesti äänestyspaikoilla, äänestyskioskeissa sekä etänä erilaisia menetelmiä käyttäen (Internet, digitaalinen tv, tekstiviesti, puhelu). Britannian lähtökohtana on ollut selkeästi pyrkiä heti alusta lähtien monikanavaiseen toteutukseen.

Sähköinen äänestäminen äänestyspaikoissa on mahdollista Brasiliassa ja Yhdysvalloissa. Erotuksena näiden maiden kokemuksiin on se, että Suomessa on tarkoitus tallentaa äänet keskitettyyn vaaliurnaun. Brasiliassa on käytetty tallentavia äänestyskoneita, joiden muistiin äänet tallentuvat. Ääntenlaskenta Brasiliassa suoritetaan siten, että äänestyskoneen muistiin tallennetut äänet viedään keskitettyyn paikkaan, jossa äänet lasketaan yhteen. Yhdysvalloissa voidaan äänestää sähköisesti äänestyspaikoissa samalla tavoin kuin Brasiliassakin. Erotuksena Brasiliaan, Yhdysvalloissa osa sähköisestä äänestämisestä keskittyy äänestyslippujen merkitsemiseen, jonka jälkeen äänet lasketaan äänestyslipuista reikäkorttien lukijoilla tai optisilla lukijoilla. Sähköistä etä-äänestämistä on kokeiltu Yhdysvalloissa pariin otteeseen, mutta kokeilut olivat suhteellisen pieniä ja tuloksista on vaikea vetää johtopäätöksiä suuntaan tai toi-

seen. Vanhempien sähköisen äänestämisen menetelmien kanssa Yhdysvalloissa on ollut ongelmia. Yhdysvalloissa on myös käytössä erittäin laaja kirjo erilaisia sähköisen äänestämisen menetelmiä, sekä sitä kautta mukana on myös useiden eri valmistajien tuotteita. Tälle on syynä se, että Yhdysvalloissa osavaltiolla on omat vaalisääntönsä ja piirikunnat saavat itse päättää miten äänestämisen hoidetaan.

Kun sähköistä äänestämistä mietitään tarkemmin Suomen kannalta, on oleellista huomata varovainen lähteminen mukaan sähköiseen äänestämiseen. Suomessa sähköistä tunnistautumista tarjoaa Vetuma-palvelu, jonka tunnistamispalveluista sähköisen henkilökortin käyttöä voitaisiin tulevaisuudessa laajentaa käytettäväksi vaaleissa Viron tyyliin. Viron kokemukset sähköisestä etäänestämisestä ovat olleet hyviä. Virossa on kuitenkin taustalla HST-kortin laaja levinneisyys. Suomessa HST-kortti ei vielä ole saavuttanut suurta suosiota. Tälle voidaan nähdä syynä palveluiden vähyys ja kortin hankintahinta. Vetuman muut tunnistamisvaihtoehdot ovat yksityisen sektorin tarjoamia. Jatkossa olisikin hyvä pohtia, voidaanko pankkitunnuksia ja mobiilitunnistamista hyödyntää sähköisessä äänestämisessä. Pankkitunnuksien ja mobiilitunnistamisen puolesta puhuvat pankkitunnuksien ja matkapuhelimien laaja käyttö Suomessa. Vastapuolella on puolestaan se, voidaanko yksityisen sektorin tunnistamispalveluita hyödyntää sähköisessä äänestämisessä. Britannian pilotointikokeiluissa oli mahdollista käyttää useita eri vaihtoehtoja sähköiseen etäänestämiseen. Näitä kokemuksia kannattaisi tutkia tarkemmin Suomessa.

Sähköisen etäänestämisen suurimpana heikkoutena on vaalivapauden ja vaalilisälaisuuden asettuminen vaaraan. Toki tämä on myös muulla tavalla toteutetun sähköisen äänestämisen heikkous. Jos erityisesti etänä halutaan äänestää sähköisesti, joudumme saattamaan vaalien perusperiaatteet uhan alle. Toisessa vaakakupissa ovat kuitenkin sähköisestä äänestämisestä saavutettavat hyödyt. Riskejä voidaan kuitenkin välttää hyvällä suunnittelulla. Huolellisen suunnittelun avulla voidaan saavuttaa äänestäjille läpinäkyvä äänestysprosessi, jollainen se perinteisessäkin äänestämisessä on.

Viiteluettelo

- [94/80/EY, 1994] Neuvoston direktiivi 94/80/EY, niiden unionin kansalaisten kunnallista äänioikeutta ja vaalikelpoisuutta koskevista yksityiskohtaisista säännöistä, jotka asuvat jäsenvaltiossa, mutta jonka kansalaisia he eivät ole, 1994, Saatavilla <http://europa.eu.int/eurlex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31994L0080:FI:HTML>, 19.3.2008.
- [93/109/EY, 1993] Neuvoston direktiivi 93/109/EY, niille unionin kansalaisille, jotka asuvat jäsenvaltiossa, mutta eivät ole sen kansalaisia, Euroopan parlamentin vaaleissa kuuluvaa äänioikeutta ja vaalikelpoisuutta koskevista yksityiskohtaisista säännöistä, 1993, Saatavilla <http://europa.eu.int/eurlex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31993L0109:FI:HTML>, 19.3.2008.
- [Alvarez, 2004] Michael R. Alvarez, *Point Click and Vote: The Future of Internet Voting*, Brookings Institution Press, 2004.
- [Brace, 2004] Kimball Brace, Overview of Voting equipment usage in United States, Direct Recording Electronic (DRE) Voting. Election Data Services, (May 2004).
- [Breuer and Trechsel, 2006] Fabian Breuer and Alexander H. Trechsel, Report for the Council of Europe E-Voting in the 2005 local elections in Estonia, European University Institute, March 2006. Available at http://www.coe.int/t/e/integrated_projects/democracy/02_Activities/02_e-voting/00_E-voting_news/FinalReportEvotingEstoniaCoE6_3_06.asp.
- [Celeste et al., 2005] Richard Celeste, Dick Thornburgh and Herbert Lin, *Asking the Right Questions About Electronic Voting*, The National Academies Press, 2005.
- [Euroopan neuvosto, 2004] Epävirallinen käännös: Euroopan neuvoston suositus koskien sähköisen äänestyksen laillisia, toiminnallisia ja teknisiä normeja, Euroopan neuvosto, 2004, Saatavilla <http://www.vaalit.fi/uploads/sv74q1ff29czyb.doc>, 19.3.2008.

- [Filho, 2005] Amilcar Brunazo Filho, Computerization of voting in Brazil, 2005, Available at <http://noleakybuckets.org/brasil-history.html>, 19.3.2008
- [Gritzalis, 2002] Dimitris A. Gritzalis. Principles and requirements for a secure e-voting system, *Computers and Security*, 21 (2002), 539-556.
- [HE 14/2006] Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi vaalilain muuttamisesta, Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2006/20060014>, 19.3.2008.
- [I-Voting pilot in Tallinn, 2007] I-voting pilot in Tallinn, Estonian National Electoral Committee, 2007 Available http://www.vvk.ee/english/pilot_jan05.html, 19.3.2008.
- [Jääskeläinen, 2000] Arto Jääskeläinen, Vaalijärjestelmien kehittäminen 2001–2006, Muistio, Vaaliyksikkö, Oikeusministeriö, 2000.
- [Jääskeläinen, 2003] Arto Jääskeläinen, Vaalitietojärjestelmän kehittäminen, Muistio, Oikeusministeriö, 2003.
- [Jääskeläinen, 2004] Arto Jääskeläinen, Vaalitietojärjestelmän kehittäminen II, Muistio, Oikeusministeriö, 2004.
- [L365, 1995] Kuntalaki, 1995, Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1995/19950365>, 19.3.2008.
- [L571, 1987] Laki menettelystä neuvoo-antavissa kansanäänestyksissä, 1987, Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1987/19870571> 19.3.2008.
- [L656, 1990] Laki neuvoo-antavissa kunnallisissa kansanäänestyksissä noudatettavasta menettelystä, 1990, Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1990/19900656> 19.3.2008.
- [L714, 1998] Vaalilaki, 1998, Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980714>, 19.3.2008.

- [L731, 1999] Suomen perustuslaki, 1999, Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>, 19.3.2008.
- [Liaw, 2004] Horng-Twu Liaw, a secure electronic voting protocol for general elections, *Computers & Security*, 23 (2004), 107-119.
- [Maaten, 2004] Eppe Maaten, Towards remote e-voting: Estonian case, In: Alexander Prosser and Robert Krimmer (ed.) In: *Proc of Electronic Voting in Europe – Technology, Law, Politics and Society, Workshop of the ESF TED Programme, Lecture Notes in Informatics P-47* (2004), Gesellschaft für Informatik, 83-91.
- [Madise and Martens, 2006] Uille Madise and Tarvi Martens, E-voting in Estonia 2005. The first practise of country-wide binding Internet voting in the world, In: Robert Krimmer (ed.) *Proc of Electronic Voting 2006, 2nd International Workshop P-86* (2006), Gesellschaft für Informatik, 15-27.
- [Mason, 2004] Stephen Mason, Is there a future for Internet voting? *Computer Fraud & Security*, 3 (2004), 6-13.
- [Norris, 2004] Pippa Norris, Will new technology boost turnout? Evaluating experiments in the UK local elections, In Norbert Kersting and Harald Baldersheim (ed.) In: *Electronic Voting and Democracy – A Comparative Analysis*, Palgrave Macmillan (2004), 193-225.
- [Oikeusministeriö, 2008] Sähköisen äänestämisen kokeilu kunnallisvaaleissa 2008, Äänestysjärjestelmän tekninen esittely, Oikeusministeriö, 2008, Saatavilla <http://www.vaalit.fi/uploads/lh57rwb.pdf>, 25.4.2008.
- [Perttula, 2003] Juha Perttula, Sähköisen tunnistamisen menetelmät ja niiden sääntelyn tarve, Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisu 44/2003, 2003.
- [Pratchett and Wingfield, 2004] Lawrence Pratchett and Melvin Wingfield, Electronic voting in the United Kingdom: Lessons and limitations from the UK experience, In Norbert Kersting and Harald Baldersheim (ed.) In:

Electronic Voting and Democracy – A Comparative Analysis, Palgrave Macmillan (2004), 172-189.

[Qadah and Tala, 2007] Ghassan Z. Qadah and Rani Taha, Electronic voting systems: Requirements, design and implementation. In: *Computer Standards & Interfaces*, 29, (2007), 376-386.

[Rodrigues-Filho et al., 2006] José Rodrigues-Filho, Cynthia J. Alexander ja Luciano C. Batista, E-voting in Brazil – The risks to democracy, In: Robert Krimmer (ed.) *Proc. of Electronic Voting 2006, 2nd International Workshop P-86* (2006), Gesellschaft für Informatik, 85-94.

[Rubin, 2002] Aviel Rubin, Security considerations for remote electronic voting, *Communications of the ACM*, 45, 12 (Dec, 2002), 39-44.

[Simons, 2004] Barbara Simons, Electronic voting systems: the Good, the Bad and the Stupid, *ACM Queue*, 2, 7 (Oct, 2004), 20-26.

[Sisäasiainministeriö, 2008] Biometriahanke, Biometrinen passi, Sisäasiainministeriö, 2008, Saatavilla <http://www.intermin.fi/intermin/hankkeet/biometria/home.nsf/pages/596EE8B62C0D31ABC2256E52002ED3F6?opendocument>, 14.4.2008.

[Solop, 2004a] Frederic I. Solop, Electronic Voting in the United States: At the leading Edge or Lagging in Behind?, In: *Electronic Voting and Democracy – A Comparative Analysis*, Palgrave Macmillan (2004), 61-74.

[Solop, 2004b] Frederic I. Solop, Digital democracy Comes of Age: Internet Voting and the 2000 Arizona Democratic Primary Election, In: *Electronic Voting and Democracy – A Comparative Analysis*, Palgrave Macmillan (2004), 242-254.

[Sähköinen äänestämisen, 2008] Sähköinen äänestämisen, Oikeusministeriö, 2008, Saatavilla <http://www.vaalit.fi/sahkoinenaanestaminen/index.html> 5.5.2008.

- [Tietoenator, 2008] Sähköisen äänestyksen pilotti 2008, Tekninen toteutus ja tietoturvaratkaisut, Tietoenator, 2008, Saatavilla <http://www.vaalit.fi/uploads/7aangsm6czk.pdf>, 25.4.2008.
- [Tilastokeskus, 2007] Tieto- ja viestintätekniikan käyttö Suomessa, Tilastokeskus, 2007, Saatavilla <http://www.stat.fi/til/sutivi/index.html>, 19.3.2008.
- [Trechsel, 2007] Alexander H. Trechsel, Report for the Council of Europe Internet voting in the March 2007 Parliamentary Elections in Estonia, European University Institute, July 2007, Available at http://www.vvk.ee/english/CoE%20and%20NEC_Report%20E-Voting%202007.pdf, 19.3.2008.
- [Tupas, 2007] Pankkien TUPAS-varmennepalvelu palveluntarjoajille: Palvelun kuvaus ja palveluntarjoajan ohje, Finanssialan keskusliitto, 2007, Saatavilla http://www.pankkiyhdistys.fi/asp/ida/download.asp?pgid=2414&pgmain=fklwww&prm1=wwwuser_fkl&docid=11267&sec=&ext=.pdf, 14.4.2008.
- [Vaalit, 2008] Vaalilainsäädäntö, Oikeusministeriön vaalisivusto, 2008, Saatavilla <http://www.vaalit.fi/24733.htm>, 19.3.2008.
- [Vetuma, 2008] Vetuma – kansalaisen verkkotunnistus- ja maksamispalvelu, Valtiovarainministeriö, Valtion IT-toiminnan johtoyksikkö, 2008, Saatavilla http://www.suomi.fi/suomifi/laatuaverkkoon/asiointi_ja_lomakkeet/sahkoinen_asiointi/verkkotunnistaminen_ja_maksaminen/yleiset_materiaalit/vetuma_palvelun_yleisesittely_v2_1/vetuma_palvelun_yleisesittely_v2_1.pdf, 5.5.2008.
- [Viestintävirasto, 2007] Julkisen avaimen infrastruktuuri, Viestintävirasto, 2007, Saatavilla <http://www.ficora.fi/index/palvelut/palvelutaiheittain/tietoturva/pki.html>, 14.4.2008.
- [Voting Machines ProCon.org, 2008] Historical Timeline of Electronic Voting Machines and Related Voting Technology, 2008, Available at <http://www.votingmachinesprocon.org/timeline.htm>, 4.5.2008.

[Xenakis and Macintosh, 2004] Alexander Xenakis and Ann Macintosh, The UK deployment of the e-electoral register, In Alexander Prosser and Robert Krimmer (ed.) In: *Proc of Electronic Voting in Europe – Technology, Law, Politics and Society, Workshop of the ESF TED Programme, Lecture Notes in Informatics P-47* (2004), Gesellschaft für Informatik, 143-152.