Identiteetin- ja pääsynhallinta

Tampereen teknillinen yliopisto. Tietotekniikan laboratorio. Raportti 7
Tampere University of Technology. Laboratory of Pervasive Computing. Report 7

Mikael Linden

Identiteetin- ja pääsynhallinta

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Tampereen teknillinen yliopisto. Tietotekniikan laboratorio. Raportti 7
Tampere University of Technology. Laboratory of Pervasive Computing. Report 7

Mikael Linden

Identiteetin- ja pääsynhallinta

Tampereen teknillinen yliopisto. Tietotekniikan laboratorio
Tampere 2017

ISBN 978-952-15-3992-3
ISSN 2489-5083

Identiteetin- ja pääsynhallinta

TkT Mikael Linden, CISSP
Tampereen teknillinen yliopisto
Tietotekniikan laboratorio

20.8.2017

Sisällys

Tämä kirja syntyi alkujaan Tampereen teknillisen yliopiston kurssille TIE-30500 "Identiteetin ja pääsynhallinta, 4 op", jonka aihepiiristä yhtenäistä suomenkielistä oppimateriaalia on muutoin saatavilla varsin niukasti. Esitän kiitokseni Jukka Koskiselle, Arto Tuomelle ja Juuso Kuusiselle heidän kirjan sisältöön antamistaan kommenteista ja kehittämisehdotuksista.

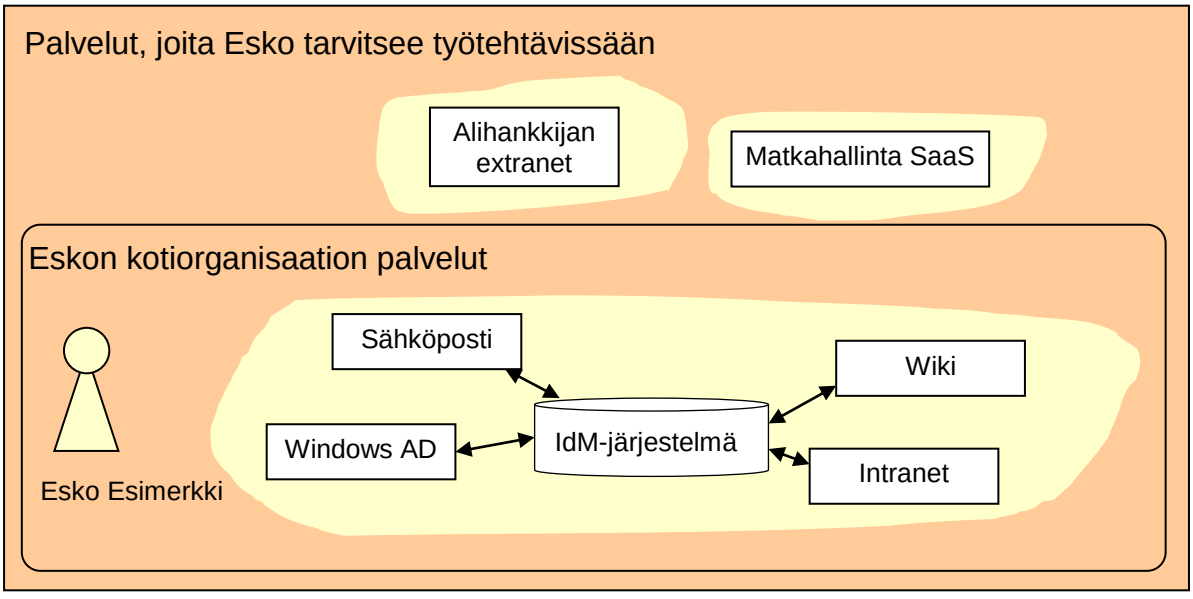
Tekijä

1. Johdanto

Käyttäjätunnukset ja niihin liittyvät salasanat ja käyttövaltuudet ovat tuttuja tietojärjestelmien ja -verkkojen käyttäjille. Yhdellä henkilöllä on lukuisia, toisistaan riippumattomia käyttäjätunnuksia palveluihin, joita hän käyttää toimiessaan jonkun organisaation jäsenenä (esimerkiksi työntekijänä tai opiskelijana) tai yksityishenkilönä.

Identiteetin- ja pääsynhallinnan käsite alkoi muotoutua vuosituhannen vaihteessa, kun käyttäjän tunnistusta vaativien palveluiden määrä alkoi kasvaa. Kipupiste syntyi ensimmäisenä organisaatioympäristöön, jossa työntekijöille alkoi tulla lukuisia omaa elämäänsä eläviä käyttäjätunnuksia eri tietojärjestelmiin, kuten työasemiin ja palvelimiin, sähköpostiin ja intranetiin. Työntekijöiden käyttäjätunnusten avaaminen, sulkeminen ja unohtuneiden salasanojen hallinta kävivät työläiksi, ja pian organisaatioissa havahduttiin myös niihin liittyviin tietoturvaongelmiin, kuten "roikkumaan jääneisiin" käyttäjätunnuksiin (työntekijän käyttäjätunnukset unohdetaan sulkea kun hänen palvelussuhteensa päättyy) ja salasana-tunnistuksen heikkouksiin.

IT-toimialalla alettiin kehittää tuotteita, joiden avulla käyttäjän käyttäjätunnuksia ("identiteettiä"), salasanoja ja käyttövaltuuksia ("pääsyä") voidaan hallita organisaatioissa aikaisempaa keskitetymmin, ja identiteetin- ja pääsynhallinnan (Identity and Access Management, IAM) tuoteperheet alkoivat muotoutua. Tuotteiden avustamana alettiin toteuttaa järjestelyjä (Kuva 1), joissa käyttäjällä on organisaatiossa yksi identiteetti, johon on kytketty mahdollisesti yksi käyttäjätunnus/salasana-pari. Tunnuksella käyttäjä voi kirjautua kaikkiin tai ainakin keskeisimpiin organisaation palveluihin, joihin hänellä on käyttövaltuus.



Kuva 1. Keskitetty identiteettien hallinta organisaatiossa. Keltainen alue kuvastaa yhden identiteetin kattavuutta.

Organisaatiossa identiteetin- ja pääsynhallinta on kuitenkin mitä suurimmassa määrin johtamisongelma; näppärinkään tekninen väline ei kykene auttamaan organisaatiota loppukäyttäjien käyttäjätunnusten ja käyttövaltuuksien hallinnassa, jos organisaatiossa ei ole ensin pystytty sopimaan riittävän määrämuotoisista toimintatavoista. Yhdenmukaistamista tarvitaan esimerkiksi siinä, kuinka organisaatiossa ja sen eri

tietojärjestelmissä ylläpidetään tietoa uusista ja päättyvistä palvelussuhteista tai erilaisten käyttövaltuuksien määräytymisen perusteista.

Tämä kirja käsittelee identiteetin- ja pääsynhallintaa pääasiassa organisaatiokeskeisesti. Tällöin käyttäjän identiteetin ylläpidosta huolehtii organisaatio, jossa käyttäjä on esimerkiksi työntekijänä, asiakkaana tai opiskelijana. Organisaatiokeskeisen identiteetinhallinnan arkkityyppi on työntekijöidensä identiteettejä hallinnoiva työnantaja, koska organisaation työntekijöillä on paljon erilaisia käyttövaltuuksia, usein myös organisaation toiminnan kannalta sensitiivisiin palveluihin. Organisaatiokeskeistä identiteetinhallintaa käsitellään luvussa 7 ja 8.

Toisaalta ihmiset kirjautuvat Internetissä oleviin palveluihin myös yksityishenkilöinä. Organisaatiokeskeisen identiteetinhallinnan vastakohtaa, käyttäjäkeskeistä identiteetinhallintaa, käsitellään luvussa 8.

Sekä organisaatiokeskeinen että käyttäjäkeskeinen identiteetinhallinta rakentuu kuitenkin samojen peruskäsitteiden varaan, joita ovat identiteetti, identiteetin todentaminen eli autentikointi, käyttövaltuuksien hallinta eli auktorisointi sekä jäljitettävyys ja raportointi. Näihin perehdytään luvuissa 3-6. Koska käyttäjän identiteetti on yleensä myös henkilötieto, luvussa 9 tutustutaan henkilötietojen käsittelyä säätelevään lainsäädäntöön Suomessa. Kirja alkaa kuitenkin tutustumisella identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittämisestä saataviin hyötyihin ja sen haasteisiin.

2. Hyödyistä ja haasteista

Tässä luvussa esitetään näkökulmia identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittämisestä saataviin hyötyihin. Näkökulmat on tiivistetty alla olevaan taulukkoon.

Näkökulma	Tavoite
Tietoturvallisuus	Riittävän suojauksen rakentaminen ja ylläpito mahdollisimman pienillä kustannuksilla. Suojausten kustannusten ja riskien tasapainottaminen.
Tehokkuus	Identiteetin- ja pääsynhallintaan tehtävillä panostuksilla pyritään kasvattamaan tehokkuutta, jolla edelleen tavoitellaan kustannussäästöjä ja/tai parempaa palvelutasoa.
Uudet toimintatavat	Identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittämisellä pyritään mahdollistamaan sellaisia toimintamalleja tai liiketoimintatapoja, jotka eivät olisi mahdollisia muuten.

Taulukon näkökulmat eivät ole ristiriidassa keskenään, vaan samoja investointeja voidaan perustella useasta näkökulmasta. Toisaalta tehtäviä panostuksia voidaan painottaa kulloinkin tärkeästä näkökulmasta.

Näkökulmilla ei varsinaisesti ole tärkeysjärjestystä, mutta usein tietoturvallisuuteen liittyviä motiiveja kuitenkin korostetaan, koska organisaation toiminnan kannalta keskeisten suojattavien kohteiden vaarantuminen saattaa johtaa organisaation olemassaolon tai maineen vaarantumiseen. Organisaatio, jonka tietoturvallisuus on kunnossa mutta joka on tehoton eikä hyödynnä mahdollisia uusia toimintatapoja, ei ole yhtä välittömässä vaarassa kuin organisaatio, joka toimii tehokkaasti ja uusia toimintatapoja hyödyntäen, mutta jonka tietoturvallisuudessa on pahoja ongelmia.

2.1. Tietoturvallisuus

Erään määritelmän mukaan tietojärjestelmän turvallisuudella (computer security) tarkoitetaan käyttäjien valtuudettomien toimenpiteiden estämistä ja havaitsemista tietojärjestelmissä. Määritelmä lähestyy tietoturvallisuutta käyttäjien ja heidän käyttövaltuuksiensa kautta. Identiteetin- ja pääsynhallinnalla on siis tiiviit siteet tietoturvallisuuteen.

Identiteetinhallinnan perisynti on, että käyttäjän **käyttövaltuuksia ei muisteta poistaa, kun käyttövaltuuden peruste lakkaa.** Tyypillinen tilanne syntyy, kun työntekijä siirtyy toisen työnantajan palvelukseen, mutta hänen kaikkia käyttäjätunnuksiaan organisaation eri palveluissa ei muisteta sulkea (puhumattakaan tunnuksista organisaation ulkopuolella, esimerkiksi alihankkijan palveluissa). Jos käyttäjällä olisi vain yksi keskitetysti ylläpidetty käyttäjätunnus (vrt. Kuva 1), jonka sulkeminen katkaisee kaikki hänen käyttövaltuutensa eri palveluissa, voitaisiin tunnusten sulkemiseen liittyvät ponnistelut kohdentaa yhteen keskitettyyn paikkaan. Näin tunnus saadaan luotettavammin suljetuksi.

Jos käyttäjällä on erillinen identiteetti jokaisessa palvelussa, käyttäjän **muistia rasittavien salasanojen määrä kasvaa** siinä määrin, että käyttäjä joutuu lopulta kirjoittamaan salasanansa ylös. Näyttöön liimattu tai näppäimistön alle piilotettu muistilappu on klassinen esimerkki käytännöstä, jossa loppukäyttäjän mukavuudenhalu nakertaa

tietoturvallisuutta. Käyttäjä voi toki oma-aloitteisesti asettaa jokaiseen erilliseen tunnukseensa saman salasanan, mutta tällöin salasanan paljastumisen riski kasva ja sen säännöllinen uusiminen käy myös vaikeaksi. Identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittämisessä pyritään tyypillisesti järjestelyyn, jossa samalla käyttäjätunnuksella ja salasanalla aukeaa suuri joukko palveluita. Toisaalta; jos käyttäjällä on vain yksi salasana, sille voidaan kohtuudella asettaa suurempia laatuvaatimuksia ja tiheämpi vaihtoväli.

Jos käyttäjällä on vain yksi käyttäjätunnus ja salasana, niin onko silloin kaikki munat samassa korissa? Yhden paljastuneen salasanan avulla voidaan väärinkäyttää montaa eri palvelua. Toisaalta jos käyttäjällä on yksi keskitetysti ylläpidetty identiteetti, on saatu luotua edellytyksiä **syrjäyttää salasana-tunnistus vahvalla tunnistuksella keskitetysti**. Kun käyttäjällä on tietojärjestelmissä yksi identiteetti, voidaan keskitettyyn identiteettiin liittää vahvan tunnistuksen välineitä. Näin vahvan tunnistuksen käyttöönotto keskitettyyn identiteettiin nojaavissa tietojärjestelmissä helpottuu, ja vahvan tunnistuksen välineisiin tehtävä panostus saadaan hyödynnettyä mahdollisimman laajasti.

Keskitetty näkymä käyttäjän tietoihin ja käyttövaltuuksiin **helpottaa jäljitettävyyttä ja raportointia**. Organisaation tietoturvapäällikkö, sisäinen tarkastaja, työntekijän esimies tai vaikkapa käyttäjä itse voi saada helpommin tutkittavakseen raportteja järjestelmän käyttäjistä, heillä olevista käyttövaltuuksista ja siitä, miten valtuuksia on käytetty.

2.2. Tehokkuus

Rationaalisesti toimiva organisaatio pyrkii tehostamaan toimintaansa karsimalla tai automatisoimalla työläitä käsin tehtäviä rutiineja. Organisaation työntekijöille tehokkuus näkyy työajan säästönä ja asioiden nopeampina läpimenoaikoina, organisaation asiakkaat puolestaan pääsevät nauttimaan nopeammasta ja paremmasta palvelusta.

Jos loppukäyttäjällä on vain yksi tai pieni määrä käyttäjätunnus/salasana-pareja, joita hän vastaavasti joutuu käyttämään useammin, hänen edellytyksensä oppia salasana ulkoa kasvaa. Näin **unohtuneiden salasanojen muisteluun ja etsimiseen menevä työaika vähenee**. Jos käyttäjä joutuu pyytämään IT-tuesta uutta salasanaa, hän **aiheuttaa työkuormaa myös IT-palvelupisteeseen**. Huomattava määrä organisaatioiden IT-palvelupisteisiin tulevista tukipyynnöistä koskee unohtuneiden salasanojen resetoimista.

On todennäköistä, että samat henkilöt käyttävät organisaation eri tietojärjestelmiä. Jos jokaisessa tietojärjestelmässä on oma käyttäjätunnustietokantansa, käyttäjätilien perustamisessa, ylläpidossa ja sulkemisessa tehdään paljon moninkertaista ja päällekkäistä työtä. Lisäksi käyttäjätietojen eheys on uhattuna; kun käyttäjän tiedot muuttuvat, muutos muistetaan ehkä viedä vain osaan järjestelmistä, ja lopulta käyttäjätietokannoissa on myös paljon keskenään ristiriitaista tietoa. **Käyttäjien identiteettien keskitetty hallinta karsii samojen tietojen moninkertaista ylläpitämistä ja lisää tiedon laatua.** Tarkoituksenmukaisilla välineillä myös käyttäjätunnus- ja käyttövaltuushakemusten läpimenoaikaa saadaan nopeutettua.

Identiteetinhallinnan keskittäminen organisaatiossa tuo usein myös **tavanomaisia suuruuden ekonomiaan liittyviä hyötyjä**. Yhteen paikkaan keskitettynä samoilla resursseilla voidaan saada aikaan enemmän; käyttöön voidaan ottaa esimerkiksi kehittyneempiä välineitä ja identiteetinhallintaa operoiville työntekijöille toteuttaa varamiesjärjestelyjä.

2.3. Uudet toimintatavat

Tietoturvallisuuden kasvun ja toiminnan tehostumisen lisäksi identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittäminen saattaa avata myös mahdollisuuksia järjestää organisaation toimintaa uudelleen tai kehittää uusia liiketoimintamalleja. Avautuvat mahdollisuudet riippuvat organisaation toimintaympäristöstä.

Identiteetin- ja pääsynhallinnan keskittäminen organisaatiossa esimerkiksi sisäiseen tietohallintoon mahdollistaa muiden yksiköiden vapautumisen ainakin osaksi identiteetin- ja pääsynhallinnan tehtävistä. Käyttäjätunnus- ja käyttövaltuusylläpidosta vapautunut aika voidaan kohdentaa yksikössä sen ydintoimintaan, joka useinkaan ei ole käyttäjätunnusylläpito.

Esimerkiksi nykyään organisaation työntekijät tekevät matkalaskunsa yleensä siihen tarkoitetulla matkahallintajärjestelmällä, johon työntekijät, matkalaskun hyväksyjät, reskontranhoitajat ja muut matkalaskuihin liittyvät henkilöt kirjautuvat henkilökohtaisella käyttäjätunnuksellaan. Matkahallintajärjestelmän omistaa esimerkiksi organisaation taloushallintoyksikkö, joka luo ja toimittaa työntekijöille siihen tarvittavan käyttäjätunnuksen ja salasanan ja antaa heille organisaation toimintakäytäntöjen mukaiset käyttövaltuudet. Jos matkahallintajärjestelmä kuitenkin saadaan nojaamaan organisaation tietohallinnon ylläpitämiin käyttäjätunnuksiin, salasanoihin ja jopa käyttövaltuuksiin, vapautuu taloushallinnon työntekijöiden työaikaa käyttäjätunnusylläpidosta sellaisiin tehtäviin, jotka varsinaisesti edellyttävät taloushallinnon ammattitaitoa.

Tietotekniikan käytön laajeneminen on luonut suuntauksen, jossa itsepalvelut ja sitä tukevat tietojärjestelmät lisääntyvät organisaatioissa. Jos aikaisemmin työntekijä on hoitanut esimerkiksi kehityskeskustelun, matkalaskun teon tai ostolaskun hyväksymisen lähettämällä paperisia dokumentteja talous- tai henkilöstöhallintoyksikköön, on nykyään tavallista että käyttäjä kirjautuu asiaan liittyvään sähköiseen palveluun omilla käyttäjätunnuksillaan. Jos kirjautumiseen tarvittava käyttäjätunnus ja salasana ovat palvelusta riippumatta samat, voidaan itsepalveluperiaate ottaa käyttöön myös niissä palveluissa, joita tavallinen työntekijä käyttää harvoin. Jos sen sijaan puolivuosittain käytävä kehityskeskustelu edellyttäisi erillisen käyttäjätunnuksen ja salasanan muistamista, olisivat useimmat sen jo unohtaneet.

Toinen suuntaus organisaatioiden tietohallinnossa on tietojärjestelmien ulkoistaminen esimerkiksi pilvipalveluun (Software as a Service, SaaS), joissa organisaatio ostaa tietojärjestelmää palveluna sen ylläpitoon erikoistuneelta yritykseltä. Identiteetin- ja pääsynhallinnan järjestelmien avulla voidaan toteuttaa järjestely, jossa myös vuokrasovelluksiin kirjaudutaan samalla käyttäjätunnuksella ja salasanalla kuin organisaation omiin palveluihin.

2.4. Haasteita

Kuten kehitysprojekteissa yleensä, myös identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittämisessä on haasteita, jotka kehittäjän täytyy tunnistaa ja voittaa. Haasteet eivät useinkaan ole luonteeltaan teknisiä.

Koska norsuakaan ei voi syödä kerralla, on organisaation identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittämisen **painopisteiden asettaminen ja priorisoiminen** välttämätöntä. Halutaanko kertakirjautumista, vai onko vahva autentikointi tärkeää? Lähdetäänkö ensiksi hakemaan säästöjä karsimalla käyttäjätietojen päällekkäistä ylläpitotyötä? Onko tärkeää helpottaa käyttövaltuuksien hakemista ja nopeuttaa hakemusten läpimenoaikaa? Toimiiko

organisaatio toimialalla, jossa jäljitettävyys ja raportointi on erityisen tärkeää, ja tilintarkastajat ovat osoittaneet niissä puutteita? Onko EU:n toukokuussa 2018 voimaan astuva yleinen tietosuoja-asetus herättänyt huolen organisaation käyttäjätunnushallinnon vaatimustenmukaisuudesta? Kehittämisen painopisteiden asettaminen edellyttää näkemystä organisaation toiminnasta ja tietoturvapäämääristä. Dilemma tässäkin projektissa on, että projektin painopisteet joudutaan asettamaan jo alkuvaiheessa, jolloin projektin vastuuhenkilöiden omat kokemukset ja ymmärrys organisaation todellisista tarpeista ovat vähäisimmät.

Kun projektin vastuuhenkilöt ovat muodostaneet kuvan identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittämiskohteista, heidän pitäisi pystyä käymään keskustelua ja **perustelemaan johdolle, miksi identiteetin- ja pääsynhallinnan projektiin pitäisi osoittaa resursseja.** IT-projektit voivat olla johdolle vaikeita ymmärtää, ja IT-projektien joukossa identiteetin- ja pääsynhallinnan projektit eivät useinkaan ole kaikkein helpoimmin ymmärrettäviä. Projektin lopputulos ei välttämättä ole yksittäinen konkreettinen palvelu, joka helposti nähtävällä tavalla auttaisi organisaatiota saavuttamaan päämääränsä.

Kun projekti on saanut käynnistysluvan, kohdataan kenties suurin haaste, joka liittyy organisaation toiminnan mallintamiseen ja määrämuotoistamiseen. Organisaatioon täytyy suunnitella ja toteuttaa **toimintakäytännöt identiteettitiedon kurinalaiseen ylläpitämiseen**. Jos käyttöön halutaan yhden käyttäjätunnuksen periaate, niin mikä organisaatioyksikkö vastaa tunnuksen luomisesta, ja minkälaisen herätteen perusteella luominen tapahtuu? Jos halutaan karsia päällekkäistä samojen käyttäjätietojen ylläpitoa, niin mikä tietovaranto korotetaan ns. master-tiedon lähteeksi, josta käyttäjätiedot kopioidaan muihin paikkoihin? Näihin kysymyksiin palataan luvussa 7.

2.5. Pohdittavaa

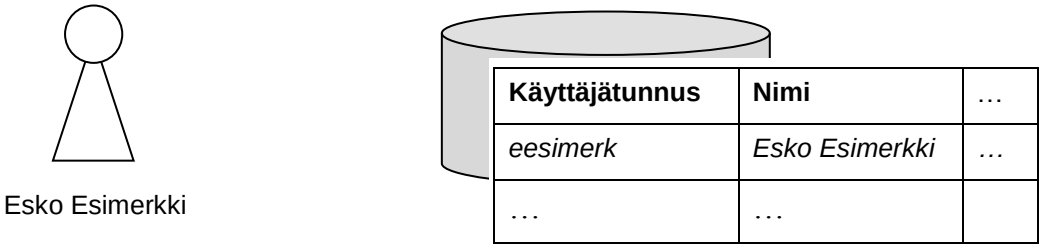
- Paraneeko vai heikkeneekö tietoturvallisuus, jos yhdellä käyttäjätunnus/salasana-parilla pääsee sisään suureen joukkoon eri palveluita?
- Kerrospuolustus on yksi tietoturvallisuuden periaate. Millä tavalla kerrospuolustusta voidaan toteuttaa identiteetin- ja pääsynhallinnassa?
- Voiko yritys saada liiketoimintaetua hyvin hoidetusta identiteetin- ja pääsynhallinnasta?
- Millä tavalla identiteetin- ja pääsynhallinnan kehitysprojektista saatavia taloudellisia hyötyjä voitaisiin arvioida ja esittää päätöksenteon tueksi?

3. Identiteetti

Identiteetin- ja pääsynhallinnan peruskäsitteisiin tutustuminen alkaa identiteetin käsitteestä.

3.1. Käsitteitä

Tietotekniikassa (sähköinen) **identiteetti tarkoittaa kohdetta kuvailevien ominaisuuksien eli attribuuttien kokoelmaa.** Kohteet ovat usein ihmisiä – tietojärjestelmien käyttäjiä – joita kuvailevia attribuutteja ovat esimerkiksi nimi, käyttäjätunnus ja valtuus tietyn palvelun käyttämiseen. Käyttäjän identiteetti on tosielämän henkilön abstraktio tietojärjestelmässä – esimerkiksi käyttäjätietokannassa oleva tietue, jossa käyttäjätunnus (uid) on *eesimerk* ja jonka tiedetään kuuluvan tosielämässä tietylle Esko Esimerkki –nimiselle henkilölle.



Kuva 2. Identiteetti on tosielämän henkilön abstraktio tietojärjestelmässä – esimerkiksi käyttäjätietokannassa oleva tietue, jossa avainkenttänä on käyttäjätunnus *eesimerk*.

Myös muilla kohteilla kuin ihmisillä voi olla identiteetti; esimerkiksi organisaatioilla (joihin liittyviä attribuutteja ovat esim. nimi, kotipaikka ja Y-tunnus) tai verkkoon kytketyillä tietokoneilla (attribuutteina esim. IP-numero, domain-nimi ja julkinen avain). Tavallisesti identiteetin- ja pääsynhallinnan problematiikka keskittyy kuitenkin pitkälti ihmisten identiteettiin, koska organisaatioiden toiminta on kuitenkin lopulta organisaatioon liittyvien ihmisten toimintaa, ja toimiessaan organisaatiossaan tai organisaationsa nimissä ihmiset tarvitsevat monenlaisia käyttövaltuuksia erilaisiin tietojärjestelmiin. Jatkossa tämä kirja keskittyy pelkästään ihmisten identiteettien hallintaan.

On hyvä huomata, että tietotekniikan identiteetillä ei varsinaisesti ole mitään tekemistä psykologian käsitteistön kanssa, jossa identiteetillä tarkoitetaan ihmisen yksilöllistä käsitystä omasta itsestään. Väärinkäsitysten välttämiseksi tietotekniikassa voidaan puhua henkilön sähköisestä identiteetistä (digital identity), joka ei ole mitään sen ”henkisempää” kuin tietojoukko, joka on talletettu johonkin tietojärjestelmään.

Alalle on vakiintumassa käsitteistö, jonka mukaan henkilöllisyys-käsite (identity) ja (sähköinen) identiteetti -käsite (digital identity) eroavat toisistaan siten, että henkilöllä voi olla yksi henkilöllisyys mutta useita identiteettejä. Henkilöllä esimerkiksi voi olla yksi identiteetti työpaikan tietojärjestelmissä, toinen lähikaupan kanta-asiakasjärjestelmässä ja kolmas netissä olevassa sosiaalisen median palvelussa.

Identiteetinhallinnalla (identity management, IdM) tarkoitetaan prosessia, jolla kohteet esitetään digitaalisina identiteetteinä tietojärjestelmissä. Identiteetinhallinta on prosessi, johon liittyy tietojärjestelmien lisäksi sopimuksia identiteettitiedon syntaksista ja semantiikasta sekä toimintakäytäntöjä, joilla tietoa ylläpidetään tietojärjestelmissä ja jolla muutokset tiedossa virtaavat tietojärjestelmien välillä. Organisaatiossa sopimusten, toimintakäytäntöjen ja tietojärjestelmien muodostamaa kokonaisuutta sanotaan usein organisaation identiteetinhallinta-arkkitehtuuriksi, johon palataan luvussa 7.

Identiteetinhallinta-käsitteen aisaparina käytetään usein **pääsynhallinnan (access management, AM) käsitettä, jolla tarkoitetaan sitä toimintoa, jossa tietojärjestelmän käyttäjä tunnistetaan ja tunnistuksen perusteella päätetään, onko käyttäjällä pääsy tietojärjestelmään**. Siinä missä identiteetinhallinta tarkoittaa käyttäjän kannalta usein näkymättömissä tapahtuvaa käyttäjätiedon hallintaa ja virtaamista ”taustajärjestelmien” välillä, pääsynhallinta tarkoittaa käyttäjälle näkyvää tapahtumasarjaa, jossa yksinkertaisimmillaan pyydetään käyttäjää antamaan käyttäjätunnuksensa ja salasanansa, ja onnistuneen tunnistuksen perusteella kerrotaan, onko käyttäjällä käyttöoikeus palveluun. Yhdessä käsitteet muodostavat identiteetin- ja pääsynhallinnan yläkäsitteen (identity and access management, IAM). Pääsynhallinta esitetään usein identiteetinhallinnasta erillisenä kokonaisuutena, koska usein IAM-projektit kohdistuvat jompaankumpaan kokonaisuuteen ja yleensä IAM-tuoteperheetkin sisältävät kumpaankin omat tuotteensa. Aina ei kuitenkaan ole selvää, missä identiteetinhallinnan ja pääsynhallinnan käsitteiden välinen raja-aita kulkee.

3.2. Attribuutit

Identiteetti koostuu kokoelmasta attribuutteja; identiteetin voi ajatella vaikkapa palvelun käyttäjätietokannan tietueeksi, jossa jokainen attribuutti on yksi tietokannan sarake. Käyttötilanteesta riippuu, mitä attribuutteja identiteettiin kulloinkin tarvitsee liittää; itse asiassa muiden kuin tarpeellisten attribuuttien kerääminen ja tallettaminen henkilöstä kielletään tietosuojalainsäädännössä (luku 9). Määritystä käyttäjätietokantaan kerätyistä attribuuteista kutsutaan käyttäjätietokannan skeemaksi.

Palvelun kehittäjä voi toki rakentaa skeemansa alusta lähtien itse, mutta identiteetinhallintatuotteiden valmiit skeemat nojaavat usein Internet-standardeina julkaistuihin olioluokkiin (object class). Ne on alkujaan kehitetty LDAP-hakemistoja (luku 7.6) ja sen edeltäjiä varten, mutta niitä käytetään identiteetinhallintatuotteissa myös laajemmin. Alla olevaan taulukkoon on koottu joitain attribuutteja esimerkiksi.

Attribuutti	Selitys	Lähde
Cn (common name)	Koko nimi	RFC 4519
Sn (surname)	Sukunimi	RFC 4519
Mail	Sähköpostiosoite	RFC 2798
telephoneNumber	Puhelinnumero	RFC 4519
Uid	Käyttäjätunnus	
Password	Salasana (tiivisteenä)	
employeeNumber	Työntekijänumero	RFC 2798
preferredLanguage	Toivottu asiointikieli	RFC 2798
eduPersonAffiliation	Henkilön rooli korkeakoulussa, esim. student, staff, faculty	eduPerson

3.3. Yksilöivät tunnisteet

Käyttäjän attribuuttien joukossa erityistarkastelun ansaitsevat yksilöivät tunnisteet (unique identifier), joiden tehtävä on erottaa käyttäjät vertaisistaan jossain nimiavaruudessa. Allaolevaan taulukkoon on koottu joitain tyypillisiä yksilöiviä tunnisteita.

Yksilöivä tunniste	Nimiavaruus
Käyttäjätunnus	Tietojärjestelmä tai useita tietojärjestelmiä, jos organisaatiossa on käytössä keskitetty identiteetinhallintajärjestelmä
Sähköpostiosoite	Internetin SMTP-pohjainen sähköpostipalvelu
Henkilötunnus (Suomessa)	Väestötietojärjestelmä; Suomen kansalaiset tai Suomessa pysyvästi tai pitkäaikaisesti oleskelevat ulkomaalaiset.
Työntekijänumero	Työnantaja, työnantajan henkilöstöhallinnon järjestelmät
Opiskelijanumero	Oppilaitos
Skype name	Käyttäjän yksilöivä tunniste Skypen internet-viestintäpalvelussa
Passin numero	Passin myöntänyt valtio

Nimiavaruudella tarkoitetaan sitä joukkoa, jossa yksilöivä tunniste on yksikäsitteinen. Esimerkiksi Tampereen teknillisen yliopiston identiteetinhallintajärjestelmässä käyttäjätunnus *linden* tiedetään varmasti kuuluvan täsmälleen yhdelle[1] henkilölle kerrallaan. Mikään ei kuitenkaan estä Aalto-yliopistoa antamasta samaa käyttäjätunnusta omassa identiteetinhallintajärjestelmässään aivan eri henkilölle.

Paikallisesti hallittuja nimiavaruuksia voidaan kuitenkin yhdistellä nimiavaruuksien **hierarkian**, esimerkiksi Internetin DNS-järjestelmän, avulla. Niinpä voidaan ottaa käyttöön esimerkiksi tunnisteet *linden@tut.fi* ja *linden@aalto.fi*, jotka yleensä viittaavat eri henkilöihin. Hierarkinen nimiavaruus on käytössä esimerkiksi Internetin SMTP-sähköpostijärjestelmässä tai maa- ja suuntanumeroita sisältävissä puhelinnumeroissa.

Yksilöivät tunnisteet ovat keskeisessä asemassa identiteetinhallinnan arkkitehtuurissa, koska niiden avulla voidaan yksikäsitteisesti viitata tiettyyn käyttäjään. Toisaalta niihin liittyy myös joitain keskeisiä piirteitä, joihin tarvitsee ottaa kantaa organisaation identiteetinhallinta-arkkitehtuurissa:

- **Kattavuus.** Yksilöivän tunnisteen määritelmästä seuraa, että se pitää voida antaa jokaiselle identiteetinhallintajärjestelmän piirissä olevalle henkilölle – se arvoa ei siis voida jättää kenellekään tyhjäksi. Yksilöivä tunniste täytyy siis valita siten, että kaikilla nykyisillä ja tulevilla käyttäjillä on tai heille voidaan järjestää arvo yksilöivälle tunnisteelle.

[1] Yleensä käyttäjä on käyttäjätunnuksen saadessaan sitoutettu käyttösääntöihin, joissa häntä kielletään jakamasta käyttäjätunnusta (ja sen salasanaa) kenenkään kanssa. Oma lukunsa on ryhmätunnukset, joiden salasana on kaikkien ryhmän jäsenten tiedossa. Ryhmätunnuksia pyritään välttämään jäljitettävyyssyistä. Jäljitettävyyteen palataan luvussa 6.1.

Jos yksilöivänä tunnisteena käytetään henkilötunnusta, niin kuinka menetellään esimerkiksi ulkomaalaisen henkilön kohdalla, jolla sitä ei ole? Jos henkilökunnan yksilöivänä tunnisteena esimerkiksi käytetään henkilöstöhallinnon antamaa työntekijänumeroa, niin onko mahdollista, että identiteetinhallinnan piiriin joskus tulee henkilöitä joita ei viedä henkilöstöhallinnon järjestelmiin eikä henkilökuntanumeroa siten ole (esimerkiksi konsultteja tai vuokratyöntekijöitä, jotka eivät ole työsuhteessa organisaatioon, vaan sen alihankkijaan).

- **Lukumääräsuhteet eli kardinaliteetit**. Voiko samalla tosielämän henkilöllä olla useita rinnakkaisia yksilöivän tunnisteen arvoja? Esimerkiksi edellä taulukossa passin numero on attribuutti, joita samaan henkilöön liittyy useita – ainakin sitten kun passi vanhenee ja hän hankkii uuden. Onko käyttäjällä identiteetinhallintajärjestelmässä aina täsmälleen yksi käyttäjätunnus? Onko työntekijällä täsmälleen yksi työntekijänumero, vaikka hänellä olisi organisaatioon useita rinnakkaisia tai perättäisiä palvelussuhteita? Onko yliopisto-opiskelijalla yksi ja sama opiskelijanumero, vaikka hän olisi ensin opiskellut avoimessa yliopistossa ja sen jälkeen aloittanut tutkinto-opiskelijana? Jos henkilö on oppilaitoksessa sekä opiskelija että työntekijä, niin onko hänellä yksi vai kaksi käyttäjätunnusta? Pystyykö pankin tietojärjestelmä tunnistamaan tilanteen, jossa sama henkilö on sekä pankin työntekijä että pankin asiakas?

- **Revokointi** (revocation). Voiko kytkös tietyn henkilön ja yksilöivän tunnisteen väliltä katketa; toisin sanoen: voiko tietty yksilöivä tunniste lakata viittaamasta tiettyyn henkilön. Usein tämä liittyy kysymykseen: voiko henkilön yksilöivä tunniste muuttua? Esimerkiksi jos henkilön käyttäjätunnus muodostetaan hänen sukunimestään, ja sukunimi muuttuu avioliiton (tai - mikä pahempaa - avioeron) vuoksi, hän usein haluaisi, että myös hänen käyttäjätunnustaan muutetaan. Yksilöivän tunnisteen muuttaminen on hankalaa ja virhealtista silloin, kun tunniste toimii usean tietokannan yhteisenä avainkenttänä.

  Toinen tyypillinen esimerkki liittyy sähköpostiosoitteeseen: tämän kirjan kirjoittaja on käyttänyt mikael.linden@tut.fi –sähköpostiosoitettaan jo kolmella vuosikymmenellä. Jos syksyllä työt Tampereen teknillisessä yliopistossa sattuu aloittamaan samanniminen työntekijä, niin saako kirjoittaja pitää sähköpostiosoitteensa, vai annetaanko sekaannuksien välttämiseksi molemmille mikael.x.linden@tut.fi –tyyppinen sähköpostiosoite, jossa x on esimerkiksi omistajansa toisen nimen ensimmäinen kirjain?

- **Kierrätys** (re-assignment). Jos yksilöivä tunniste vapautuu (katso revokointi yllä), niin voidaanko vapautunut tunniste myöhemmin antaa toiselle henkilölle. Esimerkiksi, jos mikael.linden@tut.fi –sähköpostiosoite vapautuu, niin voiko seuraavana syksynä työt aloittava samanniminen henkilö saada vapautuneen sähköpostiosoitteen, vai jäädytetäänkö se ikuisesti (tai ainakin siihen saakka, kun sen alkuperäinen omistaja palaa organisaatioon ja saa sen takaisin).

  Jäljitettävyysvaatimukset saattavat asettaa vaatimuksia yksilöivän tunnisteen kierrätyskäytännöille; vielä pitkänkin ajan jälkeen saattaa olla tarve näyttää (ääritapauksessa tuomioistuimessa), kenelle tietty käyttäjätunnus on jonkun tapahtuman tekohetkellä kuulunut. Siinä missä yksilöivän tunnisteen revokointimahdollisuus siis vaikuttaa koettuun käyttömukavuuteen, tunnisteen kierrättäminen vaikuttaa järjestelmän tietoturvallisuuteen. Jäljitettävyyteen palataan luvussa 6.

Yksilöivää tunnistetta rakennettaessa tehtävä merkittävä valinta on tunnisteen syntaksiin mahdollisesti sisällytettävä semantiikka. Jos tunnisteeseen sisällytetään semantiikkaa, sitä useammin kohdataan tilanteita, joissa syntyy tarve muuttaa tunnisteen arvoa (revokointi) tai tunnisteen huomataan alkaneen nakertaa haltijansa yksityisyyttä. Siksi yksilöivän tunnisteen semantiikkaa valittaessa on tarpeen punnita tarkkaan tehtäviä valintoja ja niiden seurauksia. Esimerkiksi

- Jos käyttäjätunnus sisältää henkilön **sukunimen** ja sukunimi muuttuu, haluaisivat monet käyttäjät myös, että hänen käyttäjätunnustaan muutetaan.
- Jos käyttäjätunnus sisältää tiedon **organisaatioyksiköstä**, johon työntekijä kuuluu, aiheuttaa organisaatiorakenteen uudistaminen tai henkilöiden siirtyminen organisaatioyksiköstä toiseen paineen muuttaa käyttäjätunnuksia.
- Taannoin matkapuhelinnumeron alun ”**suuntanumero**” kertoi, minkä teleoperaattorin liittymästä oli kyse. Jos henkilö vaihtoi puhelinliittymää, myös hänen puhelinnumeronsa vaihtui, mikä vaikeutti telemarkkinoiden vapaata kilpailua. Nykyisin ”suuntanumero” ei enää yksilöi teleoperaattoria, vaan puhelinnumero voidaan säilyttää samana vaikka henkilö vaihtaisi operaattoriaan.
- Suomalaisen **henkilötunnuksen** toiseksi viimeinen merkki on naisilla parillinen ja miehillä pariton. Jos henkilö käy läpi sukupuolenkorjausleikkauksen, syntyy tarve vaihtaa hänen henkilötunnustaan. Henkilötunnuksen vaihtumisesta seuraa monenlaisia käytännön ongelmia, joita ei usein ole osattu huomioida tietojärjestelmien suunnittelussa.
- Suomalainen henkilötunnus sisältää haltijansa **syntymäajan**, joka henkilötunnusta annettaessa voi olla epäselvä tai epävarma (esimerkiksi maahan tulevat pakolaiset).
- Suomalainen henkilötunnus sisältää haltijansa **syntymäajan**, ja monet pitävät ikäänsä yksityisasiana. Muun muassa tämän vuoksi henkilötunnusta pidetään jossain määrin arkaluontoisena tietona. Sähköisessä asioinnissa Väestörekisterikeskus onkin alkanut tuoda sen rinnalle sähköistä asiointitunnusta (satu), joka on juokseva, vailla mitään semantiikkaa oleva numero.

3.4. Pseudonyymit eli salanimet

Identiteettiä kuvattiin edellä tosielämän henkilön abstraktioksi tietojärjestelmässä. Usein asiaan kuuluu, että tietojärjestelmän ylläpitäjä tai muut käyttäjät tietävät, ketä tosielämän henkilöä tietty identiteetti edustaa. On kuitenkin käyttötilanteita, joissa vastaavan tosielämän henkilön tietäminen ei ole mielenkiintoista tai se halutaan nimenomaan välttää. Tällöin kysymys on pseudonyymistä identiteetistä ja yksilöivä tunniste on pseudonyymi tunniste (pseudonymous identifier) eli salanimi.

Pseudonyymiä identiteettiä voi käyttää esimerkiksi keskustelupalstoilla, jos ei halua paljastaa todellista henkilöllisyyttään. Dynaaminen IP-osoite voidaan myös ajatella henkilön pseudonyymiksi tunnisteeksi, jos käytössä ei ole NAT-järjestelyä, joka kätkee saman IP-osoitteen taakse monta käyttäjää. Tällöin tosin ainakin IP-osoitteen antanut teleoperaattori pystyy selvittämään, kuka tilaaja IP-osoitteen takaa löytyy. Myös WWW-selainten käyttämä eväste (cookie) voidaan ajatella pseudonyymiksi tunnisteeksi; se ei välttämättä paljasta WWW-palvelimelle, kuka tosielämän käyttäjä selaimen takana istuu, mutta se kertoo kuitenkin, että käyttäjä on sama henkilö, joka selaimineen vieraili samalla WWW-palvelimella myös eilen.

3.5. Pohdittavaa

- Edellä nostettiin esiin monenlaisia ongelmia, joita seuraa yksilöivään tunnisteeseen sisällytettävästä semantiikasta. Miksi yksilöivät tunnisteet kuitenkin mielellään valitaan niin, että niihin sisällytetään semantiikkaa?
- Minkälaisia ongelmia organisaatiolle saattaa syntyä siitä, että samalla henkilöllä on organisaatiossa useita identiteettejä? Entä henkilölle itselleen? Voiko monesta identiteetistä olla peräti jotain hyötyä?

4. Identiteetin todentaminen eli autentikointi

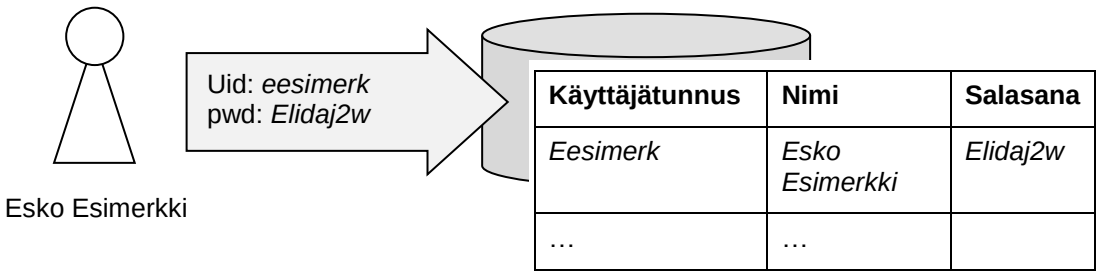
Edellisessä luvussa identiteetti määriteltiin attribuuttien joukoksi, joka edustaa tiettyä tosielämän henkilöä tietojärjestelmässä. Tässä luvussa syvennytään identiteetin todentamiseen (verification of the identity) eli autentikointiin (authentication), josta suomen kielessä yleensä käytetään termiä käyttäjän tunnistaminen[2].

Tässä luvussa tutustutaan ensin autentikoinnin käsitteeseen sekä autentikoinnin luotettavuuden eli varmuuden arvioimiseen ja sitä koskeviin viitekehyksiin. Kertakirjautumista käsitellään lyhyesti. Lopuksi tutustutaan tarkemmin muutamiin identiteetin todentamiseen käytettyihin menetelmiin.

4.1. Autentikoinnin määritelmä ja menetelmät

Identiteetin todentaminen tarkoittaa, että **identiteetin ja sitä tosielämässä vastaavan henkilön välille rakennetaan kytkös**: tavalla tai toisella tietojärjestelmä varmistaa, että järjestelmään kirjautuu sisään juuri sama henkilö, jolle tietty järjestelmään luotu identiteetti kuuluu. Autentikointia ei siis voida ajatella tehtävän ilman, että käyttäjällä on järjestelmässä ainakin jonkinlainen identiteetti.

Kytkös on yleensä voimassa istunnon (session) ajan, ja istunto suojataan tavallisesti kryptografisesti, kuten symmetrisellä istuntoavaimella. Istunto päättyy, kun käyttäjä kirjautuu ulos (logout).



Kuva 3. Kun identiteetti todennetaan, tietojärjestelmä varmistaa esimerkiksi salasanalla, että järjestelmään kirjautuu sisään juuri sama henkilö, jolle tietty järjestelmään luotu identiteetti kuuluu.

Identiteetin todentamiseen on lukuisia erilaisia, luotettavuudeltaan vaihtelevia menetelmiä ja välineitä, jotka yleensä jaetaan kolmeen ryhmään:

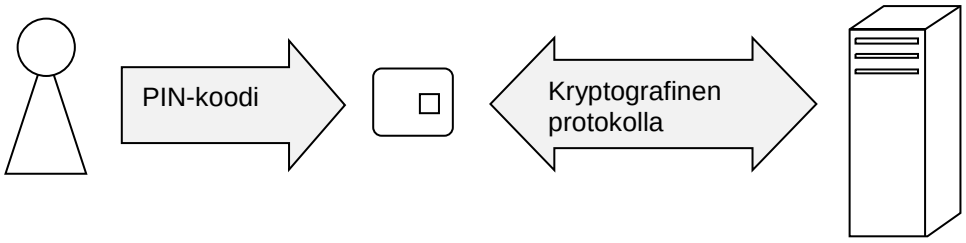
1. **Jotain, mitä henkilö tietää tai muistaa**, kuten salasana tai PIN-koodi. Salasanat ovat edelleen vallitseva tunnistustapa, vaikka niihin liittyvät ongelmat tunnetaan: salasana voidaan kurkkia olan yli tai kaapata sen kulkiessa päätelaitteen kautta autentikoivalle palvelimelle, se on altis välimieshyökkäyksille (mm. kalastelu eli phishing) ja huoleton käyttäjä kirjoittaa sen ylös tai jakaa sen toisen henkilön kanssa. Jos käyttäjällä on vapaus valita salasanansa itse, hänellä on taipumus valita helposti arvattava salasana, ja

[2] EU-lainsäädännössä (asetus 910/2014 sähköisestä tunnistamisesta, ”eIDAS-asetus”) käsitteiden tunnistaminen ja todentaminen erona pidetään sitä, että käyttäjä tunnistetaan, kun hän esittää väitteen identiteetistään (esimerkiksi antaa käyttäjätunnuksensa) ja todennetaan, kun väitteen todenperäisyys tarkistetaan (esimerkiksi käyttäjä antaa salasanansa). Suomessa laki vahvasta sähköisestä tunnistamisesta (7.8.2009/617) kuitenkin kutsuu tunnistamiseksi kokonaisuutta, joka sisältää nämä molemmat kohdat.

käyttää samaa salasanaa useassa eri palvelussa. Salasanatunnistuksen hyvä puoli on sen helppo ja edullinen käyttöönotto ja konseptin tuttuus loppukäyttäjille.

2. **Jotain, mitä henkilöllä on hallussaan,** kuten toimikortti (smart card), toimiavain (token), pankkikortti, matkapuhelin, kertakäyttösalasanalista tai niitä generoiva laite. Tunnistuksesta on mahdollista tehdä salasanatunnistusta luotettavampi, mutta fyysisen tunnistusvälineiden jakeluun liittyvä logistiikka aiheuttaa lisävaivaa ja –kustannuksia. Jos tunnistusväline on päätelaitteeseen kytkettävä lisälaite, pitää käytetyn päätelaitteen laitteiston ja ohjelmiston pystyä tukemaan sitä. Esimerkiksi toimikortin käyttäminen edellyttää päätelaitteelta toimikortinlukijaa ja siihen liittyvää ohjelmistoa.
3. **Jotain, mitä henkilö on tai kuinka hän käyttäytyy, eli biometrinen tunnistus.** Biometrinen tunnistus perustuu johonkin henkilön yksilölliseen ominaisuuteen, kuten sormenjälkeen, kädenmuotoon, kasvojen muotoon, silmän iiriksen kuvioihin tai tapaan, jolla henkilö tekee allekirjoituksen tai naputtelee näppäimistöä. Biometrisen tunnistuksen hyvä puoli on, että tunnistusväline kulkee automaattisesti haltijansa mukana eikä sitä voi hukata, unohtaa tai lainata. Biometriseen tunnistukseen palataan luvussa 4.6.

Yleensä autentikointia pidetään vahvana (strong authentication), jos vähintään kaksi turvatekijää eri ryhmistä on yhtä aikaa läsnä (multifactor authentication, MFA). Esimerkiksi pankkiautomaatin käyttämiseen tarvitaan sekä kortti että PIN-koodi, samoin toimikortin käyttämiseen. Verkkopankkien kirjautuminen Suomessa edellyttää vahvaa tunnistusta, esimerkiksi sekä salasanaa että kertakäyttösalasanaa. Vahvan tunnistamisen vastakohta on heikko eli kevyt tunnistaminen.



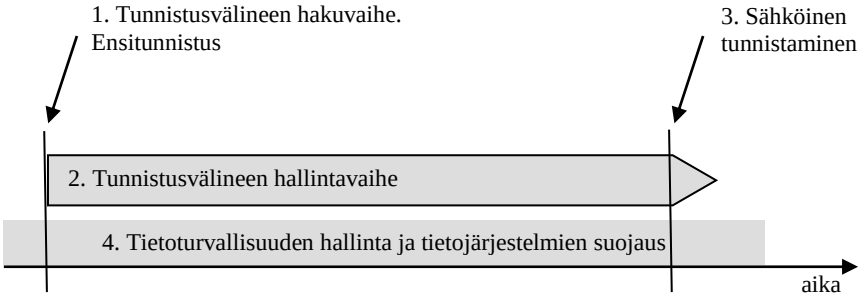
Kuva 4. Esimerkki heikon ja kryptografisen tunnistuksen yhteispelistä; toimikortti tunnistaa käyttäjän heikosti salasanalla ja palvelin tunnistaa toimikortin kryptografisella protokollalla.

Koneet voivat lisäksi tunnistaa toisensa kryptografisella protokollalla, joka perustuu symmetriseen tai epäsymmetriseen avainpariin. Koska kryptografiassa käytettävät laskutoimitukset ovat monimutkaisia ja salausavaimet pitkiä, ei kryptografista protokollaa voi ajatella käytettävän ihmisen tunnistamiseen. Kryptografialla on kuitenkin usein osuutensa myös käyttäjän tunnistuksessa (Kuva 4); esimerkiksi toimikortilla tapahtuvassa käyttäjän tunnistuksessa toimikortti tunnistaa käyttäjän PIN-koodilla, ja palvelin toimikortin kryptografisella protokollalla. Kokonaisuutta pidetään vahvana tunnistamisena, koska käyttäjä tarvitsee sekä toimikortin että PIN-koodin. Julkisen avaimen järjestelmään ja toimikortteihin palataan luvussa 4.4.

4.2. Ensitunnistus ja tunnistuksen luotettavuus

Edellisessä alaluvussa käsiteltiin sitä kirjautumishetkellä tapahtuvaa, kenties muutaman sekunnin kestävää tapahtumasarjaa, jonka tuloksena tietojärjestelmä todensi käyttäjän identiteetin. Usein se ei yksin kuitenkaan riitä luotettavan käyttäjätunnistuspalvelun

toteuttamiseen, vaan huomiota joudutaan kiinnittämään myös siihen laajempaan kokonaisuuteen, jolla tunnistusvälineitä luodaan ja hallinnoidaan tunnistuspalvelussa.



Kuva 5. Tunnistuksen luotettavuuden osatekijät.

Tunnistuksen luotettavuutta arvioitaessa huomiota kiinnitetään seuraaviin neljään osatekijään (Kuva 5). Tunnistuksen varmuutta koskevat standardit ja viitekehykset asettavat kullekin osatekijälle vaatimuksia, jotka ovat sitä korkeampia, mitä luotettavampaa tunnistusta tavoitellaan:

1. **Tunnistusvälineen hakuvaihe.** Hakija hakee tunnistusvälinettä ja hänelle kerrotaan tunnistuspalvelun käyttöehdot. Hakija **ensitunnistetaan** (identity proofing) eli hänen henkilöllisyytensä todennetaan tunnistuksen varmuustason edellyttämällä tavalla. Tunnistusvälineen hakuvaiheesta syntyvät dokumentit arkistoidaan myöhempää näyttöä varten.
2. **Tunnistusvälineen hallintavaihe**. Tunnistusväline luodaan ja sen tiedot yhdistetään haltijaansa. Tunnistusväline toimitetaan haltijalleen tunnistuksen varmuustason edellyttämällä tavalla ja tarvittaessa aktivoidaan esimerkiksi eri kanavaa toimitetulla aktivointikoodilla. Tunnistusvälineen haltija huolehtii välineen säilyttämisestä turvallisesti. Tarvittaessa tunnistusväline voidaan peruuttaa väliaikaisesti (suspension) tai pysyvästi (revocation). Voimassaolon päättyessä voimassaoloa voidaan jatkaa (renewal) tai tunnistusvälineen tilalle toimittaa uusi väline (replacement). Tunnistusvälineen hallintavaiheen tapahtumat tallennetaan lokiin.
3. **Sähköinen tunnistaminen.** Tunnistukseen nojaava taho tunnistaa tunnistusvälineen haltijan tunnistusvälineen avulla (luku 4.1) sen mukaisesti kuin käytetty tunnistuksen varmuustaso edellyttää. Yleensä jäljitettävyys ja vaatimuksenmukaisuus edellyttää myös, että suoritetuista tunnistustapahtumista talletetaan tarpeelliset lokitiedot.
4. Tunnistuspalveluntarjoajan **tietoturvallisuuden hallinta ja tietojärjestelmien suojaus**, joka sisältää tavanomaisia tietoturvallisuutta tukevia kontrolleja. Tunnistuspalveluntarjoajan tulee olla rekisteröitynyt oikeushenkilö, joka omaa palvelun tarjoamisen kannalta tarvittavat taloudelliset voimavarat. Tunnistuspalveluntarjoajalla tulee olla tarpeelliset tietoturvallisuuden ja riskien hallinnan suunnitelmat, toimintakäytännöt ja kontrollit, jotka auditoidaan tunnistuksen varmuustason edellyttämällä tavalla.

Lisätietoa: ITU-T X.1254 ja ISO/IEC 29115.

Usein tunnistuksen luotettavuutta arvioitaessa tarkastelu pelkistetään kahteen tekijään: ensitunnistuksen toteutustapaan ja sähköisen tunnistuksen toteutustapaan. Kuva 6 havainnollistaa näistä syntyvää nelikenttää.

Ensitunnistus **Sähköinen tunnistus**	**Heikko** (rekisteröityminen itsepalveluna)	**Vahva** (kasvotusten)
Heikko (salasanalla)	Useimmat Internetin ns. ilmaiset palvelut	Monet organisaation sisäiset palvelut
Vahva (kahdella turvatekijällä)	Jotkut pseudonyymiä tarvitsevat palvelut	Asiointipalvelut

Kuva 6. Heikon ja vahvan ensitunnistuksen ja sähköisen tunnistuksen muodostama pelkistetty nelikenttä.

Ensitunnistusta pidetään usein vahvana, jos käyttäjä joutuu hakemaan tunnistusvälinettä henkilökohtaisesti kasvotusten esimerkiksi rekisteröintipisteestä. Tällöin hänen tulee esittää henkilöllisyydestään luotettava asiakirja, jona Suomessa on totuttu pitämään passia, poliisin myöntämää henkilöllisyystodistusta tai usein myös ajokorttia. Ensitunnistus kasvotusten on usein huomattava kustannustekijä ja logistinen haaste.

Monessa Internet-palvelussa ensitunnistus tarkoittaa käytännössä itsepalveluna tapahtuvaa rekisteröitymistä järjestelmän käyttäjäksi. Rekisteröinnissä ei sen kummemmin tarkisteta syötettyjen henkilötietojen paikkansapitävyyttä pois lukien ehkä sähköpostiosoite, joka voidaan tarkistaa yksinkertaisella kättelyprotokollalla: osoitteeseen lähetetään viesti, jonka avulla käyttäjä voi saattaa rekisteröitymisen loppuun. Tällöin kysymys on heikosta ensitunnistuksesta ja käytännössä pseudonyymistä identiteetistä (luku 3.4).

Usein palvelut asettuvat nelikentässä diagonaalille: heikosti ensitunnistetut käyttäjät kirjautuvat palveluun salasanalla, tai sitten (usein julkishallinnon) asiointipalvelut edellyttävät sekä vahvaa ensitunnistusta että vahvaa sähköistä tunnistusta. Siksi monet (seuraavassa alaluvussa esiteltävät) tunnistuksen luotettavuutta kuvaavat viitekehykset ilmaisevatkin tunnistuksen varmuutta yksiulotteisella arvolla: kun siirrytään korkeammalle luotettavuustasolle, sekä ensitunnistuksen että sähköisen tunnistuksen luotettavuus kasvaa.

On kuitenkin hyvä huomata, että on myös käyttötilanteita (nelikentän vasen alakulma), joissa palvelu ei ole lainkaan kiinnostunut käyttäjän todellisesta henkilöllisyydestä, mutta tarjoaa kuitenkin vahvan sähköisen tunnistamisen, koska heikon autentikoinnin pettämisen on havaittu aiheuttavan ongelmia loppukäyttäjille ja palveluntarjoajalle. Toisaalta, vaikka monessa organisaatiossa ei olekaan otettu käyttöön henkilökunnan vahvaa sähköistä tunnistusta, on ensitunnistus toteutettu kuitenkin tyypillisesti vahvasti (nelikentän oikea yläkulma): työntekijän henkilöllisyys todennetaan ja hän saa käyttäjätunnuksensa ja salasanansa henkilökohtaisesti palvelussuhteensa alussa.

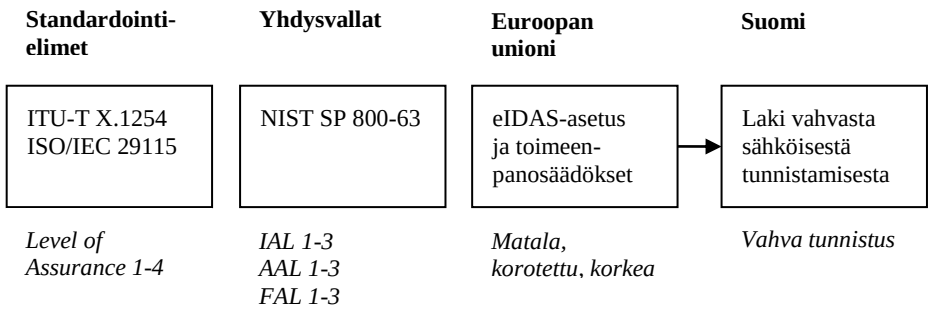
Yhteiskunnallisessa keskustelussa on noussut esiin identiteettivarkauden käsite, joka on kriminalisoitu syyskuusta 2015 alkaen. Vaikka myös olemassa olevan identiteetin pystyy kaappaamaan vaikkapa salasanan arvaamalla, identiteettivarkaus perustuu usein kuitenkin juuri palveluiden heikkoon ensitunnistukseen. Kuka vain voi rekisteröityä palveluun jonkun muun henkilötiedoilla, ja varsinkin uhrin henkilötunnuksen tietäminen avaa

mahdollisuuksia identiteetin väärinkäyttöön. Riittävän pitkään toimittuaan identiteettivaras voi saada verkossa myös uskottavuutta henkilönä, joka hän ei ole.

Lisätietoa: Rikoslaki, 38 luku, 9a§

4.3. Tunnistuksen varmuuden standardeja ja viitekehyksiä

Tarve yhteismitallistaa ja vertailla erilaisten tunnistuspalveluiden luotettavuutta on synnyttänyt standardeja ja muita viitekehyksiä, joissa tunnistuksen varmuutta on jaettu osatekijöihin ja osatekijöille on laadittu mitattavissa olevaa metriikkaa. Alla esitetään lyhyesti näistä joitain keskeisimpiä.



Kuva 7. Tunnistuksen varmuuden (Level of Assurance) standardeja ja muita viitekehyksiä. Määrityksissä esitetyt tunnistuksen varmuustasot kursiivilla.

Yhdysvaltojen liittovaltion **NIST SP 800-63** on vanhin ja tunnetuin tunnistuksen varmuuden määritys, josta muut määritykset ovat saaneet vaikutteita. Kesäkuussa 2017 julkaistu määrityksen versio 800-63-3 perustuu edellä olevan taulukon (Kuva 6) ideaan ja jakaa tunnistuksen varmuuden kolmeen riippumattomaan komponenttiin: ensitunnistukseen (IAL, Identity Assurance Level), sähköiseen tunnistukseen (AAL, Authentication assurance level) ja federoidun assertion varmuuteen (FAL, Federation assurance level, johon palataan myöhemmin luvussa 8). Tunnistukseen nojaava palvelu voi sitten edellyttää niistä haluamaansa yhdistelmää.

Euroopan unionin **eIDAS-asetus** (910/2014) rakentaa edellytyksiä jäsenvaltioiden rajat ylittävälle sähköiselle kirjautumiselle. Asetus velvoittaa jäsenmaiden julkishallinnon verkkopalvelut hyväksymään myös muissa jäsenmaissa myönnetyt tunnistusvälineet syyskuusta 2018 alkaen. Asetuksessa ja sitä täydentävissä toimeenpanosäädöksissä ja -ohjeissa määritellään kolme varmuustasoa: matala, korotettu ja korkea, joista ensimmäisessä kyse on lähinnä heikosta tunnistamisesta.

Suomessa **laki vahvasta sähköisestä tunnistamisesta** (7.8.2009/617) rakentuu eIDAS-asetuksen varaan ja määrittelee tunnistamisen vahvaksi, jos vähintään eIDAS:n korotettu turvataso täyttyy. Vahvassa tunnistuksessa ensitunnistus on tehty viranomaisen myöntämästä tunnistusasiakirjasta ja sähköinen tunnistus perustuu vähintään kahteen turvatekijään (katso luku 4.1).

Ainoat varsinaisen standardointielimen julkaisemat määritykset ovat kuitenkin ITU-T:n ja ISO/IEC:n samansisältöiset standardit **X.1254** ja **29115**, jotka määrittelevät Level of Assurance -tasot 1-4.

4.4. Keinoja varmempaan salasanatunnistukseen

Rajoituksistaan huolimatta salasanatunnistusta käytetään edelleen laajasti, eikä näytä siltä, että siitä lähitulevaisuudessa kokonaan vapauduttaisiinkaan. Salasanatunnistusta voidaan kuitenkin tukevoittaa joillakin pragmaattisilla keinoilla.

Loppukäyttäjän voi antaa itse valita salasanansa, tai loppukäyttäjälle voidaan antaa järjestelmän valitsema salasana. **Järjestelmän valitsema salasana** on todennäköisesti laadukas eikä käyttäjällä voi olla samaa salasanaa missään muussa palvelussa (ainakaan vielä). Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että jos järjestelmän valitsema salasana on valittu täysin satunnaisesti, käyttäjä joutuu todennäköisesti kirjoittamaan sen ylös, mikä nakertaa turvallisuutta.

Jos loppukäyttäjä saa **valita salasanansa itse**, hänellä on taipumus valita helposti arvattava salasana. Helposti arvattavat salasanat ovat alttiita sanakirjahyökkäyksille, joissa tarkoitusta varten kehitetty murto-ohjelma kokeilee järjestelmällisesti erilaisia yleiskielen sanoja ja niiden variaatioita. Verkon kautta tapahtuvalta sanakirjahyökkäykseltä voidaan yrittää suojautua lukitsemalla käyttäjätunnus liian monen kirjautumisyrityksen jälkeen. Haittapuolena on tällöin altistuminen palvelunestohyökkäyksiin. Tunnus voidaan lukita myös vain määräajaksi, mutta tämä ei suojaa hyvin hitailta ja pitkiltä hyökkäyksiltä (esim. yksi kokeilu tunnissa).

Käyttäjän valitsemia salasanoja voidaan tukevoittaa vaatimalla salasanoilta suurempaa **entropiaa**, eli että salasanan merkit valitaan suuremmasta merkkijoukosta (esim. pienet ja isot kirjaimet sekä numerot) tai sen pituutta kasvatetaan. Lisäksi käyttäjän valitsemaan salasanaan voidaan ajaa salasanan murto-ohjelmaa ennaltaehkäisevästi, ja näin estää liian helpon salasanan valitseminen.

Loppukäyttäjiä olisi hyvä **opastaa** riittävän pitkän ja vaikeasti arvattavan salasanan valinnassa. Laadukas salasana syntyy esimerkiksi poimimalla kirjahyllystä kirja ja valitsemalla siitä virke, jonka käyttäjä opettelee ulkoa. Salasana muodostuu virkkeen sanojen ensimmäisistä kirjaimista. Jos salasana kuitenkin unohtuu, auttaa kirjahyllyssä oleva kirja sen mieleen palauttamisessa. Salasanan alkuun voi vaikka lisätä virkkeen sivunumeron, jotta oikeaan virkkeeseen on helpompi palata.

Käyttäjän pakottaminen vaihtamaan säännöllisesti salasanansa jakaa tietoturva-asiantuntijoiden mielipiteitä. Monet käyttäjät kuittaavat vaihdon muuttamalla salasanaansa vain minimaalisesti, mikä ei välttämättä kasvata salasanan turvallisuutta. Joidenkin asiantuntijoiden mielestä salasanojen pakotetun vaihtamisen sijaan tulisikin panostaa niiden entropiaan – muuttumaton laadukas salasana voi olla parempi kuin huonolaatuinen, säännöllisesti vaihdettu salasana.

Entropiasta riippumatta salasanatunnistuksen perushaavoittuvuus on alttius toistohyökkäykselle – käyttäjätunnuksen ja salasanan verkossa kaapannut henkilö voi käyttää sitä välittömästi hyväkseen. Siksi salasana on syytä lähettää palvelimelle **aina salaavan protokollan** (esim. TLS, SSH secure shell) yli. Näin päätelaitteen ja palvelimen liikennettä salakuunteleva hyökkääjä ei saa tietoonsa salasanaa. Erilaiset haittaohjelmat asiakkaan (keylogger) tai palvelimen (rootkit) päässä voivat kuitenkin päästä käsiksi salasanaan.

Hyväuskoinen käyttäjä saattaa myös antaa salasanansa uskottavasti esiintyvälle soittajalle, joka vakuuttaa olevansa vaikkapa IT-tuesta (social engineering). Siksi organisaation on

syytä kouluttaa käyttäjiään myös olemaan antamatta salasanaansa missään tilanteessa kenellekään toiselle. Edes IT-tuki ei tarvitse käyttäjän salasanaa tehtäviensä hoitamisessa.

Salasana antaa sijaa välimieshyökkäykselle, kun käyttäjä luulee asioivansa aidon verkkopalvelun kanssa mutta tuleekin tietämättään antaneeksi salasanansa hyökkääjälle (kalastelu eli phishing). Välimieshyökkäys voi syntyä myös, jos käyttäjä käyttää samaa käyttäjätunnusta ja salasanaa monessa palvelussa - kuinka käyttäjä voi olla varma, että palvelimen ylläpitäjä ei ole epärehellinen ja kokeile, mitkä muutkin palvelut avautuvat käyttäjän antamalla salasanalla.

Palvelun tai käyttäjän itse voi olla vaikea tietää, koska hänen salasanansa on joutunut vääriin käsiin. Palvelin voi etsiä kirjautumiskäyttäytymisistä anomalioita – esimerkiksi kirjautumisia poikkeuksellisista verkoista – mutta niihin liittyy riski virhetulkinnoista ja siten palvelunestosta.

Tunnistuksen suorittavalla palvelimella salasana on syytä **tallettaa tiivisteenä** (hash), ei selkokielisenä. Salasanasta saadaan tiiviste ajamalla se sopivan yksisuuntaisen funktion läpi. Näin palvelimelle murtautuva ja salasanatiedostoon lukuoikeuden saava hakkeri ei saa suoraan käyttöönsä kaikkien käyttäjien salasanoja, vaan joutuu ensin murtamaan ne esimerkiksi sanakirjakirjahyökkäyksellä.

Päällekkäisten käyttäjätunnus/salasana-parien karsiminen tukevoittaa myös salasanatunnistusta: jos käyttäjällä on muistettavanaan vähemmän salasanoja, voidaan kohtuudella olettaa, että ne ovat pidempiä, laadukkaampia, ne muistetaan ulkoa ja niitä vaihdetaan säännöllisesti. Jos salasana annetaan aina samalle tunnistuspalvelimelle, sijaa välimieshyökkäykselle jää vähemmän. Käyttäjätunnus/salasana-parien vähentämiseen palataan luvuissa 7 ja 8.

4.5. Julkisen avaimen järjestelmä, varmenteet ja toimikortit

Julkisen avaimen järjestelmä (public key infrastructure, PKI) on järjestely, jota voidaan käyttää viestien salaamiseen, digitaalisen allekirjoitukseen ja muun muassa palvelinten ja käyttäjien varsin luotettavaan sähköiseen tunnistukseen verkossa. Julkisen avaimen järjestelmä rakentuu epäsymmetrisen eli julkisen avaimen salausmenetelmän varaan: Liisa-niminen käyttäjä luo itselleen avainparin – julkisen ja yksityisen avaimen. Liisan käyttämä kryptografinen algoritmi (esimerkiksi RSA) kytkee julkisen ja yksityisen avaimen toisiinsa niin, että Liisan yksityistä avainta ei voida helposti päätellä hänen julkisen avaimensa arvosta. Yksityisen avaimensa Liisa laittaa huolellisesti talteen ja estää sen paljastumisen kenellekään muulle. Julkisen avaimen Liisa sen sijaan toimittaa kaikille niille, jotka haluavat tunnistaa hänet verkossa.

Pekka on saanut Liisan julkisen avaimen ja haluaa tunnistaa Liisan verkossa. Pekka valitsee satunnaisluvun, lähettää sen Liisalle ja pyytää häntä allekirjoittamaan sen yksityisellä avaimellaan. Liisa allekirjoittaa Pekan antaman satunnaisluvun ja palauttaa sen allekirjoitettuna Pekalle. Pekka voi nyt tarkistaa, avautuuko allekirjoitus hallussaan olevalla Liisan julkisella avaimella. Jos avautuu, tietää Pekka todella asioivansa Liisan kanssa[3].

[3] Esimerkki on yksinkertaistettu, mutta jos siihen lisätään symmetrisen istuntoavaimen luominen Liisan ja Pekan välisten viestintäkanavan salaamiseen ja Pekan autentikoiminen vastaavasti Liisalle, ollaan varsin lähellä kahteen suuntaan autentikoitua TLS- tai SSH Secure Shell –protokollan kättelyä.

Julkinen avain yksin on vain pitkä numerojono – avain sinällään ei tiedä, kenelle se kuuluu. Liisa voi toki julkaista julkisen avaimensa sanomalehdessä tai lähettää sen tuttavapiiriinsä kuuluville henkilöille vaikkapa CD-R-levyllä, mutta käytännöllisempää on, että joku luotettu toimija ryhtyy varmentajaksi (certificate authority). Varmentajan tehtävä on varmistaa, kenen hallussa julkista avainta vastaava yksityinen avain on. Varmentaja myöntää julkisille avaimille varmenteita (certificate). Varmenne (Kuva 8) on varmentajan digitaalisesti allekirjoittama tietojoukko, joka kytkee yhteen julkisen avaimen ja sitä vastaavan yksityisen avaimen haltijan, jota kutsutaan varmenteenhaltijaksi. Jos Liisan tuttavat luottavat varmentajaan, he voivat Liisan varmenteen avulla varmistua hänen julkisen avaimensa aitoudesta.

```
linux-ssh1.cc.tut.fi:~ % openssl x509 -in sipila.cer -inform der -noout -text
Certificate:
   Data:
      Version: 3 (0x2)
      Serial Number: 2001159328 (0x774744a0)
   Signature Algorithm: sha256WithRSAEncryption
      Issuer: C=FI, O=Vaestorekisterikeskus CA, OU=Organisaatiovarmenteet, CN=VRK CA for Qualified Certificates - G2
                                                    //Varmentaja. Väestörekisterikeskuksella on useita varmentajia.
      Validity
         Not Before: May 10 06:29:06 2016 GMT
         Not After : May 10 21:59:59 2021 GMT       //Varmenteen vanhenemishetki
      Subject: C=FI, O=Valtioneuvoston kanslia/serialNumber=91143520J, GN=Juha, SN=Sipil\xC3\xA4, CN=Sipil\xC3\xA4
Juha 91143520J                                      //Varmenteenhaltijan nimi, organisaatio ja yksilöivä tunniste
      Subject Public Key Info:                      //Varmenteenhaltijan julkinen avain
         Public Key Algorithm: rsaEncryption
            Public-Key: (2048 bit)
            Modulus:
               00:b9:44:cf:5e:91:81:71:3c:28:ce:39:fa:d0:71:
               4c:4f:52:47:56:8f:da:20:4e:f1:cc:a1:7d:88:cd:
               12:c6:9e:e8:16:11:db:5b:70:a4:76:c2:bd:ea:b3:
               39:f0:0d:73:6a:3f:d5:d6:c7:6c:68:74:34:5b:df:
               ab:01:13:07:c1:5e:95:2a:61:e1:81:9e:ce:7d:f3:
               14:26:7a:5f:08:6c:60:9a:f1:6e:7a:65:78:52:3a:
               86:b2:11:58:ad:4e:c5:1c:0e:ea:26:49:07:46:ef:
               fc:c6:5a:c4:bd:e1:85:ab:9e:f0:18:78:1f:50:fc:
               dd:6f:62:e1:00:87:0d:6f:4d:db:d1:8d:bb:4b:3c:
               ac:84:2b:41:cd:cb:10:90:f3:1f:0c:2b:a7:e4:9c:
               80:2a:eb:f8:1c:c5:97:c1:9d:dc:f2:89:05:1d:63:
               f1:78:a2:bb:2f:d8:82:1f:51:f4:73:e3:e3:ec:a5:
               83:c4:90:50:2f:aa:e4:c7:fb:66:ad:37:d8:c5:39:
               41:06:ef:6d:7b:51:4b:7a:1d:d1:74:00:7b:48:8e:
               9e:a7:cc:4e:00:26:d0:9d:f5:49:24:b9:a9:13:9e:
               4b:6b:ae:89:1c:5c:1d:09:5d:ef:91:59:c0:fe:95:
               76:98:79:58:cc:99:03:76:4e:d5:96:af:0d:97:82:
               f4:db
            Exponent: 65537 (0x10001)
      X509v3 extensions:
         X509v3 Basic Constraints: critical
            CA:FALSE
         X509v3 Certificate Policies:
            Policy: 1.2.246.517.1.10.23.1
              User Notice:
                Explicit Text: Varmennepolitiikka on saatavilla - Certifikat policy finns - Certificate policy is available
http://www.fineid.fi/cps22
              CPS: http://www.fineid.fi/cps22/

         Authority Information Access:
            CA Issuers - URI:http://proxy.fineid.fi/ca/vrkqc2.crt

         X509v3 Subject Alternative Name:
            email:juha.sipila@vnk.fi                //Varmenteenhaltijan mail-osoite
           othername:<unsupported>
         X509v3 Key Usage: critical                 //Varmenteen käyttötarkoitus
            Digital Signature, Key Encipherment, Data Encipherment
         X509v3 Extended Key Usage:
            TLS Web Client Authentication, E-mail Protection, Microsoft Smartcardlogin
         X509v3 Authority Key Identifier:
```

keyid:56:A9:57:AF:D6:31:7E:71:D6:2D:BA:0E:E3:EE:8A:13:14:CA:29:D7

X509v3 CRL Distribution Points: *//Sulkulistan sijainti*

Full Name:
URI:http://proxy.fineid.fi/crl/vrkqc2c.crl

Full Name:
URI:ldap://ldap.fineid.fi:389/cn%3dVRK%20CA%20for%20Qualified%20Certificates%20-%20G2,ou%3dOrganisaatiovarmenteet,o%3dVaestorekisterikeskus%20CA,dmdName%3dFINEID,c%3dFI?certificateRevocationList

X509v3 Subject Key Identifier:
78:40:6F:6D:01:3C:7E:64:D0:5B:00:6D:81:0D:6D:10:D9:3A:21:03

Signature Algorithm: sha256WithRSAEncryption *//Varmentajan omalla yksityisellä*
//avaimellaan laatima allekirjoitus
be:56:46:0d:84:6e:af:c9:77:a3:f2:e8:1f:fa:51:da:d5:3e:
10:f5:47:df:3f:22:f9:23:d7:1a:48:f2:f5:b6:dc:f7:65:99:
b9:a2:c1:2b:a3:f3:14:5c:e4:16:69:e1:2e:79:61:60:fa:1b:
83:f1:92:b7:a9:68:fd:3d:94:64:76:20:9c:71:51:65:9e:b4:
b8:78:bd:1e:38:f4:74:57:b6:57:c2:ab:23:00:09:46:0f:4b:
54:87:9f:0e:49:63:c4:82:a5:34:6c:3c:bd:ba:a0:84:e9:b1:
21:28:9a:b3:19:cb:f6:db:31:16:91:22:c4:05:00:e4:aa:2d:
2c:44:ad:fe:8d:12:94:a3:86:6c:c2:28:f9:bf:f2:ad:3c:f3:
15:1e:fb:b1:24:27:d5:13:19:c4:a0:07:05:94:5c:75:e4:1b:
04:5f:4a:36:38:69:8e:4d:6e:44:7b:7b:ca:98:c5:d8:ce:5b:
95:2f:9a:0d:3a:04:fb:b5:06:2a:ee:13:16:fa:81:7e:10:d4:
6c:49:fe:c8:85:b3:76:5c:91:5d:bf:1e:d0:e0:43:6e:26:ac:
1f:2f:3a:7d:c4:a7:7e:5b:76:75:6a:f8:f2:c2:69:9c:a9:2f:
76:29:e6:6e:7e:69:d9:d5:e5:fb:08:4d:f0:65:73:c9:9d:1d:
4e:c9:8a:fe:b1:9e:09:42:93:e9:bb:7d:01:a5:d6:94:c2:87:
fc:ea:01:33:31:a5:fe:8e:24:8c:af:73:98:74:a2:82:b9:c4:
a3:36:da:5e:78:ea:e4:00:8b:fb:3a:bd:50:0d:1c:5f:53:fd:
72:61:aa:98:b0:97:9a:23:cb:26:53:9d:54:39:73:db:4d:9b:
a2:7d:d3:6e:f9:07:d3:63:ff:d6:c9:06:a8:d0:de:12:29:76:
e1:6b:9f:18:41:10:77:a2:1d:94:ad:c5:d8:a4:66:d1:3f:7a:
a6:ce:18:10:b8:5f:aa:c6:c6:eb:26:f1:be:a8:3d:eb:e7:6c:
fd:17:dd:0b:f5:58:c4:13:8a:0e:c6:f3:29:eb:a0:a0:c2:34:
48:ec:ce:07:f8:31:83:7a:fc:65:fc:ed:32:16:92:c3:5e:b6:
8c:dc:96:53:57:66:22:1b:55:8d:d4:4d:90:66:a4:bb:9d:74:
84:2c:4e:3a:b2:b7:c6:a8:aa:27:95:02:c7:df:fe:c6:8d:43:
7d:e7:1f:33:94:4e:12:c1:3c:cc:e0:5f:71:d3:c6:10:43:78:
cb:c5:cd:84:89:8c:19:cd:98:6a:bb:7d:24:33:1c:0e:7b:64:
11:47:85:71:f3:ba:b8:1e:9e:fc:f5:05:15:ed:c5:e8:b8:13:
0f:08:ee:07:91:5a:b8:0b

Kuva 8. Väestörekisterikeskuksen Juha Sipilälle myöntämä X.509v3-standardia noudattava varmenne. Keskeisimpiä varmenteen tietueita on lihavoitu ja täydennetty kursiiveilla huomautuksilla.

Julkisen avaimen järjestelmällä tarkoitetaan niitä toimenpiteitä ja käytäntöjä, joiden perusteella julkisen avaimen tietoverkossa kohtaava voi varmistaa vastaavan yksityisen avaimen haltijan yksilöivän tunnisteen. Julkisen avaimen järjestelmän keskeisin toimija on varmentaja, joka kantaa vastuun varmenteiden myöntämisestä ja julkisen avaimen järjestelmän toiminnasta kokonaisuutena. Varmentajan keskeinen apulainen on rekisteröijä (registration authority), joka vastaa varmennetta hakevan henkilön ensitunnistuksesta esimerkiksi kasvotusten. Varmentajan myönnettyä varmenteen se julkaistaan yleensä julkisessa varmennehakemistossa, josta Pekka ja muut varmennetta tarvitsevat sen saavat.

Varmenteen haltijan – Liisan – tehtävä on säilyttää yksityistä avaintaan huolellisesti. Jos avain kuitenkin hukkuu tai joku siihen sisältyvä tieto vanhenee kesken varmenteen voimassaoloajan, varmenteen haltijalla on velvollisuus asettaa varmenne sulkulistalle (certificate revocation list). Varmenteeseen luottava taho – Pekka, tai Liisan autentikointia haluava palvelin – tarkistaa varmenteen voimassaolon sulkulistalta ennen varmenteen hyväksymistä. Kaikkien osapuolten toiminta ja vastuut on dokumentoitu varmennepolitiikassa, jonka varmentaja julkaisee.

Käytännössä yksityinen avain on tietokoneen levylle talletettu tiedosto, ja avainta käyttävät laskutoimitukset suoritetaan tietokoneen prosessorilla. Liisa voi esimerkiksi tallentaa yksityisen avaimensa ja siihen liittyvän varmenteen selaimessaan tai käyttöjärjestelmässään olevaan säilöön, jossa se on tarvittaessa ohjelmistojen käytettävissä. Tällaista varmennetta kutsutaan ohjelmistovarmenteeksi (software certificate).

Ohjelmistovarmenteita parempi suojaus yksityiselle avaimelle saadaan, kun se siirretään turvamoduliin (hardware security module, HSM), joka on tietokoneesta erillinen, tietoja laitteistotasolla suojaava väline. Jos turvamoduli sisältää tallennuskapasiteetin lisäksi laskentakapasiteettia, ei yksityisen avaimen tarvitse poistua turvamodulista edes avaimella tehtäviä laskutoimituksia varten[4].

Yksi turvamoduli, johon yksityinen avain voidaan tallettaa, on toimikortti (älykortti, sirukortti, suoritinkortti, engl. smart card). Toimikortti on luottokortin kokoinen tietokone, jonka rakenne on suunniteltu suojaamaan sen sisältämää tietoa ja elektroniikkaa tunkeutumisyrityksiltä. Toimikortti on suhteellisen edullinen laite, joka pienen kokonsa vuoksi kulkee mukavasti haltijansa lompakossa. Kun yksityistä avainta halutaan käyttää, kortti työnnetään tietokoneeseen kytkettyyn kortinlukijaan ja yksityinen avain aktivoidaan syöttämällä kortille PIN-koodi.

Suomessa kenties tunnetuin toimikorttiin nojaava julkisen avaimen järjestelmä on poliisin myöntämä kansalaisille tarkoitettu henkilökortti, johon upotetulle sirulle Väestörekisterikeskus myöntää varmenteen (Kuva 9). Sähköisessä henkilökortissa varmentajana on Väestörekisterikeskus, ja rekisteröijän tehtäviä hoitaa poliisi. Kansalaisen yksilöivänä tunnisteena varmenteessa käytetään hänen sähköistä asiointitunnustaan (katso luku 3.3). Toimikorttiin nojaavia julkisen avaimen järjestelmiä on toteutettu myös organisaatioiden sisäiseen käyttöön (esimerkiksi Kuva 8, jossa organisaationa on Valtioneuvoston kanslia), jolloin varmenteen haltijat ovat organisaation työntekijöitä.

Kuva 9. Poliisin myöntämän henkilökortin siru sisältää haltijansa yksityisen avaimen sekä Väestörekisterikeskuksen myöntämän kansalaisvarmenteen. Kuva: Poliisi.

Julkisen avaimen järjestelmien yleistymistä on jarruttanut käytettävyys. Peruskäyttäjät kokevat julkisen ja yksityisen avaimen käsitteet hankaliksi ymmärtää. Vaikka yksityisen avaimen sijoittaminen toimikortille tekee siitä hieman kouriintuntuvamman, eivät nekään ole saaneet laajaa suosiota varsinkaan yritysratkaisujen ulkopuolella. Loppukäyttäjät ovat kokeneet kortinlukijoiden ja lukijaohjelmistojen hankkimisen ja asentamisen työasemiinsa

[4] On kuitenkin hyvä huomata, että vaikka yksityinen avain onkin suojassa, turvamodulille tulevat komennot, kuten käskyn allekirjoittaa tietty viesti, lähettää tietokone, joka yleensä ei ole yhtä hyvin suojattu kuin turvamoduli.

hankalaksi. Koska esimerkiksi julkishallinnon sähköisiin asiointipalveluihin voi kirjautua myös verkkopankkitunnuksilla, ovat sähköisen henkilökortin käyttömäärät Suomessa jääneet vähäisiksi.

Matkapuhelinverkoissa toimikorttia on käytetty liittymänhaltijan tunnistamiseen GSM-tekniikasta alkaen. Nyttemmin teleoperaattorit ovat tuoneet samalle kortille SIM-sovelluksen rinnalle yksityisen avaimen, johon liittyvän varmenteen antaa teleoperaattori. Mobiilivarmenteesta on tehty matkapuhelinasiakkaiden lisäpalvelu, jota myydään sekä suljettuun ympäristöön yritysratkaisuna että kuluttajien tunnistamiseen.

Mobiilivarmenne perustuu ETSI 102 204 ja 102 207 –standardeihin ja näiden suomalaiseen soveltamisohjeeseen. Erillistä kortinlukijaa ja kortinlukijaohjelmistoa ei tarvita. Käyttäjä antaa tunnistusta pyytävälle palvelimelle puhelinnumeronsa tai esimerkiksi käyttäjätunnuksensa, johon liittyvä puhelinnumero on organisaation identiteetinhallinnan tiedossa. Tunnistusta pyytävä palvelu lähettää operaattorin tarjoamaan rajapintaan tunnistuspyynnön, jonka operaattori välittää matkapuhelimen liittymäkortille. Liittymäkortti pyytää puhelimen käyttöliittymän kautta käyttäjää syöttämään yksityisen avaimen aktivoivan PIN-koodin, ja oikean koodin saatuaan liittymäkortti allekirjoittaa vastauksen tunnistuspyyntöön, jonka teleoperaattori välittää tunnistusta pyytäneeseen palveluun. Mobiilivarmennearkkitehtuuriin sisältyy myös roaming –toiminnallisuus, joka mahdollistaa eri teleoperaattorien mobiilivarmenteiden ristiinkäytön.

Lisätietoa: Ficom ry:
Soveltamisohje ETSI:n MSS-standardeille

4.6. Biometrinen tunnistus

Biometrinen tunnistus perustuu johonkin henkilön yksilölliseen anatomiseen tai fysiologiseen ominaisuuteen, joka säilyy muuttumattomana, vaikka henkilön ulkonäkö muuten voikin muuttua esimerkiksi ikääntymisen, lihomisen tai meikkauksen vuoksi. Sormenjälkiä on käytetty rikostutkinnassa 1800-luvulta asti ja erilaisia asiakirjoja on allekirjoitettu kirjoitustaidon yleistymisestä alkaen. Passeissa, henkilöllisyystodistuksissa ja ajokorteissa valokuvaa käytetään laajasti haltijansa tunnistamiseen kasvotusten.

Tietotekniikassa biometrinen tunnistus voi perustua sormenjälkien, kasvojentunnistuksen ja allekirjoituksen lisäksi esimerkiksi kädenmuotoihin, silmän värikalvon eli iriksen skannaukseen, äänentunnistukseen tai tapaan, jolla henkilö naputtelee tietokoneen näppäimistöä. Viime aikoina sormenjälkitunnistuksen käyttö on yleistynyt mobiililaitteissa. Kun tunnistettava henkilö hakee tunnistusvälinettä (enrollment), hänestä talletetaan tunnistavan järjestelmän muistiin mallinne, johon tunnistushetkellä otettavaa näytettä verrataan. Jos käytetty tunnistusalgoritmi tulee siihen johtopäätökseen, että näyte ja mallinne kuuluvat samalle henkilölle, on henkilön identiteetti todennettu onnistuneesti.

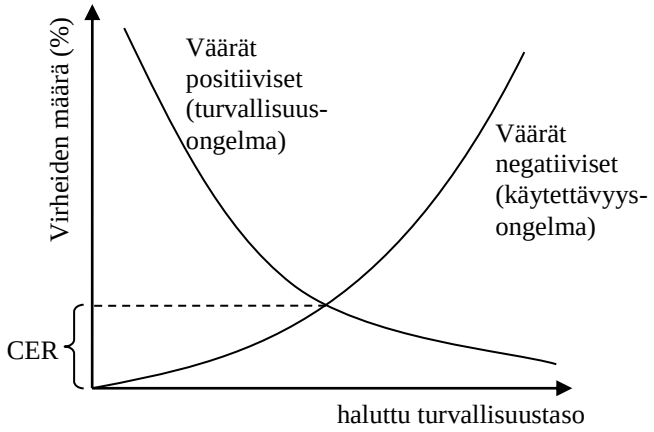
Salasanatunnistuksessa käyttäjän syöttämä salasana on joko oikein, tai muussa tapauksessa se on väärin. Biometrisen tunnistuksen luonteenpiirre on kuitenkin aina jonkinasteinen epävarmuus tunnistuksen tuloksen suhteen, mikä seuraa niistä olosuhteista, joissa mallinne ja näyte on otettu. Esimerkiksi sormenjälkitunnistuksessa algoritmin pitää huomioida, että sormi voi olla tunnistushetkellä hieman likainen tai eri asennossa, jolloin mallinne ja näyte eivät täysin vastaa toisiaan. Sen vuoksi biometrisessa tunnistuksessa joudutaan tyytymään siihen, että tunnistusalgoritmin mielestä näyte ja mallinne kuuluvat esimerkiksi 99 % todennäköisyydellä samalle henkilölle.

OK. Todellisuudessa mallinne ja näyte kuuluvat samalle henkilölle. Tunnistusalgoritmin mielestä tunnistus on onnistunut.	**Väärä positiivinen.** Todellisuudessa malline ja näyte kuuluvat eri henkilölle, mutta tunnistusalgoritmin mielestä tunnistus on onnistunut.
Väärä negatiivinen. Todellisuudessa mallinne ja näyte kuuluvat samalle henkilölle, mutta tunnistus-algoritmin mielestä tunnistus epäonnistui.	**OK.** Todellisuudessa mallinne ja näyte kuuluvat eri henkilöille. Tunnistusalgoritmin mielestä tunnistus epäonnistui.

Kuva 10. Väärät positiiviset ja väärät negatiiviset ovat biometrisen tunnistuksen keskeinen piirre.

Oheinen nelikenttä (Kuva 10) kuvaa syntyvää tilannetta ja niitä kahta tapaa, jolla biometrinen tunnistus voi mennä pieleen. Tunnistusalgoritmin mielestä tunnistus saattaa olla onnistunut, vaikka tosiasiassa mallinne ja näyte kuuluvat eri henkilöille (ns. väärä positiivinen, false positive). Vastakohta on, että tunnistusalgoritmin mielestä tunnistus ei onnistunut, vaikka mallinne ja näyte tosiasiassa ovat samalta henkilöltä (ns. väärä negatiivinen, false negative).

Väärien positiivisten ja negatiivisten ilmenemisen välillä vallitsee yhteys (Kuva 11); jos väärien positiivisten ilmenemistä halutaan vähentää, kasvaa samalla myös väärien negatiivisten määrä. Biometrisen tunnistuksen rakentaja joutuu siis tasapainoilemaan tunnistuksen luotettavuuden (väärät henkilöt hylätään mahdollisimman usein) ja käytettävyyden (oikeita henkilöitä hylätään mahdollisimman harvoin) välillä.



Kuva 11. Väärien positiivisten ja negatiivisten yhteys. Mitä pienempi Cross-over error rate (CER), sitä paremmasta biometrisestä tunnistusmenetelmästä on kysymys.

Biometristen tunnistusmenetelmien paremmuutta voidaan vertailla sen perusteella, missä pisteessä väärien positiivisten ja negatiivisten käyrät leikkaavat (Cross-over error rate, CER). Mitä pienempi CER-arvo on (eli mitä alempana leikkauspiste on oheisessa kuvassa) sitä luotettavammasta biometrisestä tunnistustavasta on kyse. Esimerkiksi biometrinen tunnistustapa, jonka CER=3% on parempi kuin tunnistustapa, jonka CER=4%.

Toinen periaatteellinen kysymys on, käytetäänkö biometristä tunnistusta käyttäjän tunnisteena (erottamaan henkilö vertaisistaan eli vastaamaan kysymykseen ”kuka tämä henkilö on”) vai käyttäjän identiteetin todentamiseen (autentikointiin, eli vastaamaan kysymykseen ”Onko tämä henkilö käyttäjä X”). Jälkimmäisessä tapauksessa biometrinen

tunnistus pelkästään syrjäyttää salasanan tai toimikortin PIN-koodin, ensimmäisessä vaihtoehdossa myös käyttäjän yksilöivän tunnisteen. Kun käyttäjäpopulaatio kasvaa, biometrisen tunnistuksen käyttö käyttäjän tunnisteena käy epävarmaksi. Tämä johtuu siitä, että suuressa populaatiossa on todennäköistä, että otetun näytteen voidaan käytetyn tunnistusalgoritmin epävarmuuden puitteissa tulkita täsmäävän useampaan kuin yhteen mallinteeseen.[5]

Suomessakin huomiota saanut biometrisen tunnistuksen käytännön sovellus on biometrinen passi. Vuodesta 2009 lähtien passit ovat sisältäneet haltijansa muiden henkilötietojen lisäksi kasvokuvan ja sormenjäljet, jotka voidaan lukea langattomasti passista RFID-tekniikan avulla. Luettavien tietojen eheys on varmistettu digitaalisella allekirjoituksella ja luottamuksellisuus symmetrisellä salausavaimella, joka on johdettavissa passin henkilötietosivulle tulostetusta koneluettavasta kentästä. Näin passitarkastuksessa rajavartija voidaan syrjäyttää automaatilla, joka lukee haltijansa kasvokuvan passista ja vertaa sitä automaatin kameran ottamaan kuvaan.

Yhteiskunnallisessa keskustelussa biometriseen tunnistukseen on yhdistetty huoli yksityisyyden suojasta. Toisin kuin vaikkapa salasanatunnistus, biometrinen tunnistus voidaan tehdä myös henkilön tietämättä ja ilman hänen suostumustaan esimerkiksi julkisella paikalla olevalla valvontakameralla. Biometrisen tunnistuksen sosiaalinen hyväksyttävyys voi myös tulla ongelmaksi; Euroopassa sormenjäljet on perinteisesti liitetty rikostutkintaan. Loppukäyttäjä voi myös kokea vastenmielisyyttä biometrisen tunnistuksen tekeviä skannereita kohtaan, jos kokee operaation epämiellyttäväksi tai tunkeilevaksi.

Jos salasana tai varmenne joutuvat yksittäistapauksissa väärinkäytön kohteeksi, ne voidaan vaihtaa tai asettaa sulkulistalle. Myös väärinkäytetty luottokorttinumero tai jopa henkilötunnus voidaan vaihtaa, mutta henkilö ei voi vaihtaa biometristä ominaisuuttaan. Niinpä biometrisen tunnistusmenetelmän käyttökelpoisuus uhkaa murentua, jos identiteettivarkaat keksivät menetelmän[6], jolla biometristä tunnisteita pystytään kopioimaan ilman, että kopion käyttäminen huomataan tunnistushetkellä. Tämä näkökulma on tarpeen huomioida erityisesti silloin, kun tunnistusta ei tehdä tunnistajan valvonnassa vaan esimerkiksi verkon yli.

4.7. Kertakirjautuminen

Kertakirjautuminen (single sign-on, SSO) on käsite, joka tulee usein esille identiteetin- ja pääsynhallinnan projekteissa. Ketäpä ei harmittaisi, kun työnteko keskeytyy tietokoneen pyytäessä syöttämään käyttäjätunnusta ja salasanaa.

Kertakirjautuminen tarkoittaa, että käyttäjän tarvitsee tunnistautua (esimerkiksi syöttää käyttäjätunnus ja salasana) vain kerran, ja sen jälkeen kaikki kertakirjautumisen piirissä olevat palvelut avautuvat käyttäjälle ilman uutta tunnistautumista. Kertakirjautuminen ei siis ole oma tunnistusmenetelmänsä eikä myöskään tunnistusta syrjäyttävä järjestely, vaan ikään kuin askel eteenpäin autentikoinnista; salasana tarvitsee syöttää vain kerran, jonka

[5] Tämä on ruumiillistuma niin sanotusta syntymäpäiväparadoksista, joka on tilastotieteilijöille tuttu ongelma: kuinka monta opiskelijaa luokassa pitää olla, että yli 50% todennäköisyydellä löytyy ainakin kaksi henkilöä, jotka viettävät syntymäpäiväänsä samana päivän. Vastaus on 23 opiskelijaa, mitä monet pitävät maalaisjärjellä ajateltuna yllättävän pienenä lukuna.

[6] Esim. Mythbusters, Fingerprints busted: http://www.youtube.com/watch?v=MAfAVGES-Yc

jälkeen se on ”voimassa” istunnon loppuun[7] asti. Kertakirjautuminen on eri asia kuin yhden käyttäjätunnuksen ja salasanan periaate, jossa palvelut ovat kyllä yhden ja saman käyttäjätunnuksen ja salasanan takana, mutta ne tulee syöttää kuhunkin palveluun aina erikseen.

Paikallinen näennäiskertakirjautuminen (esim. ESSO)	Palvelinpohjainen näennäiskerta-kirjautuminen (esim. web proxy)
Paikallinen aito kertakirjautuminen (esim. PKI)	Palvelinpohjainen aito kertakirjautuminen (esim Kerberos)

Kuva 12. Nelikenttä kertakirjautumisen toteutusperiaatteista.

Kertakirjautuminen voidaan toteuttaa eri periaatteilla, joita on kuvattu oheisessa nelikentässä. **Näennäiskertakirjautumisessa** (pseudo single sign-on) käyttäjän ja tunnistusta vaativan palvelun välissä on väliohjelmisto, joka välivarastoi käyttäjän käyttäjätunnuksia ja salasanoja, ja kirjautumishetkellä antaa ne tunnistusta vaativalle palvelulle loppukäyttäjää asialla häiritsemättä. Loppukäyttäjän tarvitsee vain istunnon alussa kirjautua väliohjelmistoon, joka voi sijaita joko käyttäjän päätelaitteessa (paikallinen näennäiskertakirjautuminen) tai kertakirjautumisesta huolehtivalla palvelimella, jonka läpi yhteydet ohjataan (palvelinpohjainen kertakirjautuminen). Näennäiskertakirjautumisen etuna on nopea käyttöönotto, koska varsinaisia tunnistusta vaativia palveluita ei tarvitse muuttaa. Palvelut eivät tiedä eikä niiden edes tarvitse tietää, että käyttäjätunnus ja salasana tulivat itse asiassa väliohjelmistosta eikä loppukäyttäjältä.

Myös **aidossa kertakirjautumisessa** (true single sign-on) on väliohjelmisto, joka tunnistaa käyttäjän istunnon alussa. Väliohjelmistossa ei kuitenkaan ole käyttäjätunnusten ja salasanojen välivarastoa, vaan sen sijaan tunnistusta vaativan palvelun ohjelmakoodia muutetaan niin, että palvelu luottaa väliohjelmiston tekemiin tunnistussanomiin (ticket, assertion), jotka välittävät palvelulle tunnistetun käyttäjän identiteetin. Väliohjelmisto voi sijaita käyttäjän päätelaitteessa (paikallinen aito kertakirjautuminen) tai erityisellä tunnistuspalvelimella (palvelinpohjainen aito kertakirjautuminen).

Klassinen esimerkki palvelinpohjaisesta aidosta kertakirjautumisesta on Kerberos, joka perustuu Needham-Schröderin tunnistusprotokollaan. Käyttäjän tunnistamisen suorittaa erityinen avaintenjakopalvelin (Key Distribution Center, KDC), joka välittää symmetrisen istuntoavaimen käyttäjälle ja tunnistusta vaativalle palvelimelle. Koska kyse on aidosta kertakirjautumisesta, tunnistukseen nojaava palveluun tarvitsee asentaa Kerberos-tunnistuksen mahdollistava moduuli eli palvelu tarvitsee kerberoida. Laajimmin käytetty Kerberos-toteutus on Windowsissa, jonka toimialuekirjautuminen perustuu Kerberos-protokollaan.

Edellä luvussa 4.5 käsiteltiin julkisen avaimen järjestelmää, joka mahdollistaa käyttäjän tunnistamisen hänen päätelaitteessaan olevan yksityisen avaimen avulla. Yksityiseen avaimeen perustuva tunnistus on esimerkki aidosta paikallisesta kertakirjautumisesta. Tunnistus tapahtuu käyttäjän päätelaitteeseen asennetun yksityisen avaimen ja sen käyttöön tarvittavan ohjelmiston (ja mahdollisen laitteiston kuten toimikortin) avulla.

[7] Kertakirjautumisen käänteisoperaatio on kertauloskirjautuminen (single logout), jossa käyttäjän istunnot kaikissa palveluissa päätetään yhtä aikaa. Hajautetussa ympäristössä, jossa käyttäjällä on toisistaan riippumattomia istuntoja eri palveluihin, täydellinen kertauloskirjautuminen on usein haastavampi toimenpide kuin kertasisäänkirjautuminen.

Myös tunnistusta vaativa palvelun on tuettava jotain julkisen avaimen menetelmään perustuvaa tunnistusprotokollaa.

WWW-ympäristön kertakirjautumiseen on olemassa palvelinpohjaisia tuotteita, jotka perustuvat WWW-edustapalvelimeen eli –proxyyn. WWW-proxyssä kaikki selaimesta ulos lähtevä liikenne ohjataan proxyyn, josta se välitetään edelleen Internetiin. WWW-proxyllä voidaan toteuttaa palvelinpohjainen näennäiskertakirjautuminen: WWW-proxy tunnistaa käyttäjän, hakee tietokannastaan käyttäjän käyttäjätunnuksen ja salasanan, ja antaa ne käyttäjän puolesta tunnistusta vaativaan palveluun.

Markkinoilla on saatavilla myös organisaatiokertakirjautumiseen tarkoitettuja tuotteita (Enterprise Single Sign-on, ESSO), jotka perustuvat käyttäjän työasemaan asennettavaan ohjelmistokomponenttiin. ESSO:n avulla voidaan toteuttaa kertakirjautuminen myös muihin kuin WWW-palveluihin. Käyttäjä tunnistetaan kun hän kirjautuu työasemalle. Sen jälkeen ESSO-väliohjelmisto tarkkailee työaseman käyttöliittymää, ja sisäänkirjautumisruudun havaitessaan käy kirjoittamassa siihen oikean käyttäjätunnuksen ja salasanan automaattisesti. ESSO on esimerkki paikallisesta näennäiskerta-kirjautumisesta.

4.8. Lopuksi

Lopuksi todettakoon, että identiteetin- ja pääsynhallinnan kirjossa käyttäjän sähköinen tunnistus on ehkä luonteeltaan teknisin kokonaisuus, joka voidaan toteuttaa valmiina saatavilla erilaisilla teknisillä välineillä. Toisaalta juuri autentikointi – käyttäjätunnusta ja salasanaa pyytävä tietokone – on varsin konkreettinen ja helposti ymmärrettävä asia myös identiteetin- ja pääsynhallintaan vihkiytymättömille henkilöille. On suuri houkutus ajatella, että identiteetin- ja pääsynhallintaa voidaan kohentaa syrjäyttämällä salasanatunnistus vahvalla tunnistuksella. Vaikka vahva tunnistus onkin tarpeen tietyissä käyttötilanteissa, löytyvät identiteetin- ja pääsynhallinnan keskeisimmät kehityskohteet usein kuitenkin muualta. Niin kuin tietoturvallisuudessa yleensä, myös käyttäjän tunnistuksen menetelmää valittaessa kannattaa tasapainottaa vahvan tunnistuksen käyttöönotosta ja ylläpidosta koituvia kustannuksia niiden kustannusten kanssa, jotka syntyvät realisoituvista riskeistä silloin, kun heikko tunnistus pettää.

4.9. Pohdittavaa

- Käyttäjän tunnistus tapahtuu salasanalla ja tekstiviestinä hänen matkapuhelimeensa toimitettavalla kertakäyttösalasanalla. Täyttyykö lain määritelmä vahvasta sähköisestä tunnistamisesta?
- Millainen voisi olla palvelu, jossa heikko ensitunnistus riittää mutta jossa tarvitaan vahvaa autentikointia?
- Julkisen avaimen järjestelmän ja toimikorttien kohdalla huomautettiin, että vaikka toimikortti tarjoaakin melko hyvän suojan sisältämälleen tiedolle, toimikortti ottaa vastaan komentoja tietokoneelta, johon toimikortti on kytketty. Minkälaisia riskejä tähän sisältyy? Minkälaista vahinkoa tietokoneeseen pesiytynyt haittaohjelma voi saada aikaan?

5. Käyttövaltuuksien hallinta eli auktorisointi

Kun käyttäjä on tunnistettu, tulee seuraavaksi ratkaistavaksi kysymys, onko käyttäjällä valtuus eli oikeus suorittaa hänen pyytämänsä toiminto. Tällöin kysymys on pääsynvalvontapäätöksestä (access control decision), johon huipentuu käyttövaltuuksien (käyttöoikeuksien) hallinnaksi eli auktorisoinniksi (authorisation) kutsuttu prosessi. Yhdessä käyttäjän tunnistuksen kanssa pääsynvalvontapäätös muodostaa pääsynvalvonnaksi (access control) kutsutun toimintosarjan, joka tapahtuu sillä hetkellä kun käyttäjä kirjautuu palveluun. Pääsynvalvonta on edelleen keskeinen osa pääsynhallintaa (access management), joka sisältää lisäksi käyttäjien käyttövaltuuksien hallinnan.

Tässä luvussa esitellään ensin pääsynvalvonnan määritelmä ja sitten tavallisimpia pääsynvalvontamalleja. Lopuksi esitellään keskeisimpiä käyttövaltuuksien (eli käyttöoikeuksien) hallinnan periaatteita.

5.1. Määritelmä

Formaalisti pääsynvalvonnassa on kyse funktiosta

f(S,O,A,e)

jossa

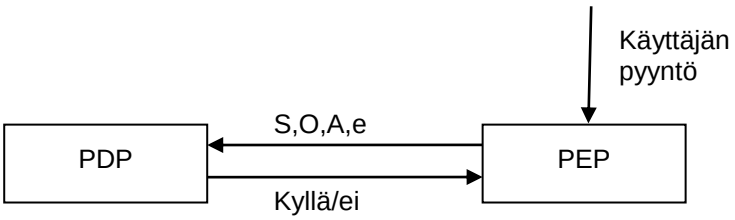
S (subject) on tunnistettu loppukäyttäjä,

O (object) on suojattava kohde (esim. tiedosto), johon käyttäjä haluaa suorittaa toiminnon,

A (action) on toiminto (esim. lue), jonka käyttäjä haluaa suoritta ja

e (environment) on kokoelma ympäristöä koskevia tekijöitä, joilla on vaikutusta pääsynvalvontapäätökseen (esimerkiksi verkko, josta käyttäjä tulee ja kellonaika)

Parametriensä arvoista riippuen funktio f tuottaa joko arvon kyllä tai ei, eli pääsy joko sallitaan tai evätään.



Kuva 13. Pääsynvalvontapäätöksen tekeminen (PDP) ja täytäntöönpano (PEP).

Usein pääsynvalvontapäätöksen tekeminen ja sen edellyttämät päättelyt on leivottu sisään siihen palveluun, johon käyttäjä kirjautuu. Pääsynvalvontapäätöksen tekeminen voidaan myös irrottaa omaksi, keskitetyksi palvelukseen (Kuva 13). Tällöin pääsynvalvontapäätöksen tekevää komponenttia kutsutaan PDP:ksi (Policy decision point), ja tehdyn päätöksen täytäntöönpanevaa komponenttia PEP:ksi (Policy enforcement point). PEP välittää pääsynvalvontapäätökseen vaikuttavat tiedot PDP:lle, joka palauttaa PEP:lle pääsynvalvontapäätöksen, jonka PEP toteuttaa. Suojattavan kohteen pääsynvalvontasäännöt voidaan esimerkiksi kuvata XACML-kielen avulla (Extensible Access Control Markup Language).

Pääsynvalvonnassa lähtökohtana on, että käyttäjä on tavalla tai toisella tunnistettu – se, millä tavalla, ei ole pääsynvalvonnassa enää mielenkiintoista. Usein käyttäjätunnistus on suoritettu ”riittävän luotettavasti”, mutta jos käyttäjille on käytettävissä erivahvuisia tunnistusmenetelmiä, voidaan ajatella, että jotkut käyttäjät, suojattavat kohteet tai toiminnot edellyttävät muita vahvempaa tunnistusta. Tällöin tunnistuksen varmuus on yksi pääsynvalvontapäätökseen vaikuttava käyttäjän attribuutti, joka voidaan ilmaista vaikka jollain luvussa 4.3 esitellyllä viitekehyksellä.

5.2. Pääsynvalvontamatriisi

Pääsynvalvontamatriisi (Access control matrix) on klassinen tapa esittää käyttäjän käyttövaltuudet suojattavaan kohteeseen. Suojattavat kohteet esitetään matriisin sarakkeissa, ja käyttäjät riveillä. Matriisin soluihin kirjataan toiminnot, jotka kullekin käyttäjälle on sallittu kyseiseen suojattavaan kohteeseen.

	/home/pekka/foo	/tmp/bar	/etc/passwd
Pekka	read, write	read	-
Liisa	read	read,write	-

Taulukko 1. Esimerkki pääsynvalvontamatriisista.

Oheisessa taulukossa on esimerkki pääsynvalvontamatriisista, joka tässä tapauksessa on perinteinen Unix-tiedostojärjestelmä. Pekka-nimisellä käyttäjällä on kotihakemistonsa tiedostoihin luku- ja kirjoitusoikeus. Liisa-nimisellä käyttäjällä on tiedostoon pelkästään lukuoikeus. Sen enempää Pekka kuin Liisa eivät kuitenkaan voi lukea tai kirjoittaa tiedostoa /etc/passwd.

Pääsynvalvontamatriisin yhtä saraketta kutsutaan pääsynvalvontalistaksi (Access control list, ACL), ja se kertoo, mitä eri käyttöoikeuksia eri käyttäjillä on tähän suojattavaan kohteeseen. Vastaavasti pääsynvalvontamatriisin yhtä riviä kutsutaan käyttäjän valmiuksiksi (capabilities), jotka kertovat, mitä eri käyttöoikeuksia tällä käyttäjällä on.

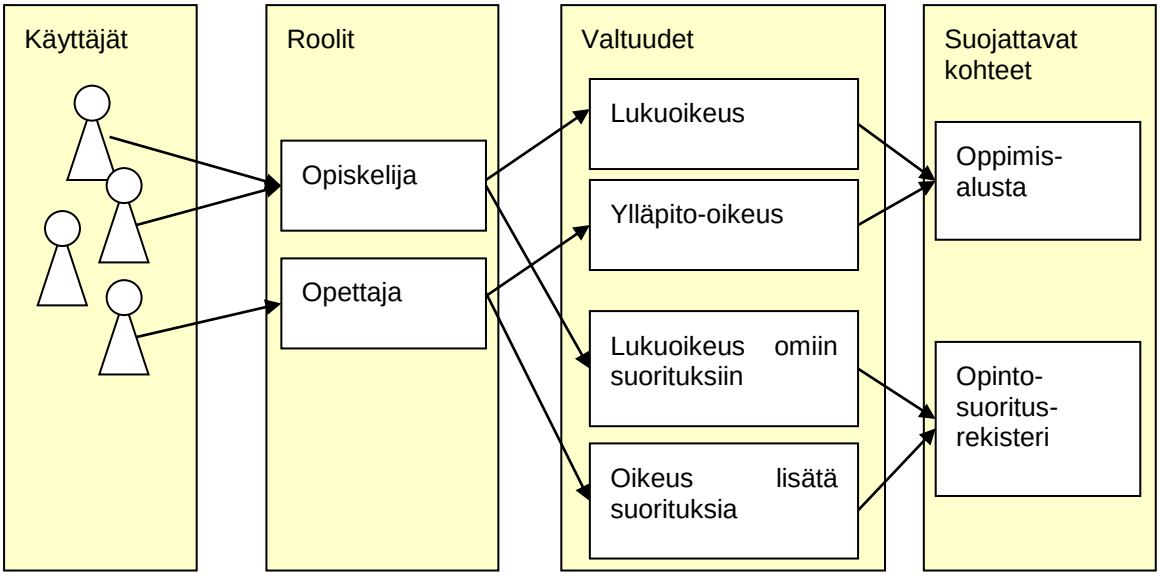
Pääsynvalvontamatriisin haittapuoli on, että sen koko kasvaa pian hallitsemattomaksi, kun käyttäjien ja suojattavien kohteiden määrä kasvaa. Organisaation käyttäjät, suojattavat kohteet, käyttövaltuuden perusteena oleva toiminnot ja projektit vaihtuvat usein, mikä tekee pääsynvalvontamatriisin ylläpitämisestä ylivoimaisen tehtävän. Siksi onkin kehitetty muita pääsynhallintamalleja, jotka pyrkivät vähentämään pääsynvalvontamatriisin kompleksisuutta. Niistä seuraavana tutustutaan nykyisin laajasti käytettyyn rooliin perustuvaan pääsynvalvontaan.

5.3. Rooliin perustuva pääsynvalvonta

Rooliin perustuvassa pääsynvalvonnassa (role-based access control, RBAC) käyttäjän ja käyttövaltuuden väliin on luotu roolin abstraktio: käyttäjälle annetaan rooleja, jotka kuvaavat esimerkiksi hänen työtehtäviään organisaatiossa. Käyttövaltuudet puolestaan annetaan rooleille. Yksittäisen käyttäjän käyttövaltuus saadaan selvitettyä, kun ensin selvitetään käyttäjällä olevat roolit, ja sen jälkeen tarkastellaan, millaisia valtuuksia kyseisiin rooleihin on liitetty.

Oletetaan, että korkeakoulussa on kurssi nimeltä ”Identiteetin- ja pääsynhallinta”. Korkeakoulun roolimalli sisältää seuraavat kurssia koskevat roolit: opettaja ja opiskelija. Opettajan tehtävänä on valmistella ja pitää luennot sekä laatia tentit ja arvostella

opintosuoritukset. Opiskelijoiden tehtävä on opiskella ja käydä kurssin tentissä. Lisäksi kurssiin liittyy kaksi suojattavaa kohdetta: oppimisalusta ja opintosuoritusrekisteri.



Kuva 14. Esimerkki rooliin perustuvasta pääsynvalvonnasta.

Opiskelijaroolin haltijalla on valtuudet käyttää oppimisalustaa lukuoikeuksin[8], mutta vain kurssin opettajaroolin haltijalla on valtuus ylläpitää ja päivittää kurssialuetta oppimisalustassa. Kun kurssi on päättynyt ja opettaja on arvostellut suoritukset, hänellä on oikeus lisätä kurssia koskevia suorituksia opintosuoritusrekisteriin. Yksityisyyden suojan vuoksi opettajalla ei kuitenkaan ole lukuoikeuksia opintosuoritusrekisteriin – ei tämän eikä muidenkaan kurssin suorituksiin. Opiskelija itse sen sijaan voi käydä opintosuoritusrekisteristä tarkistamassa, minkä arvosanan hän sai kurssista.

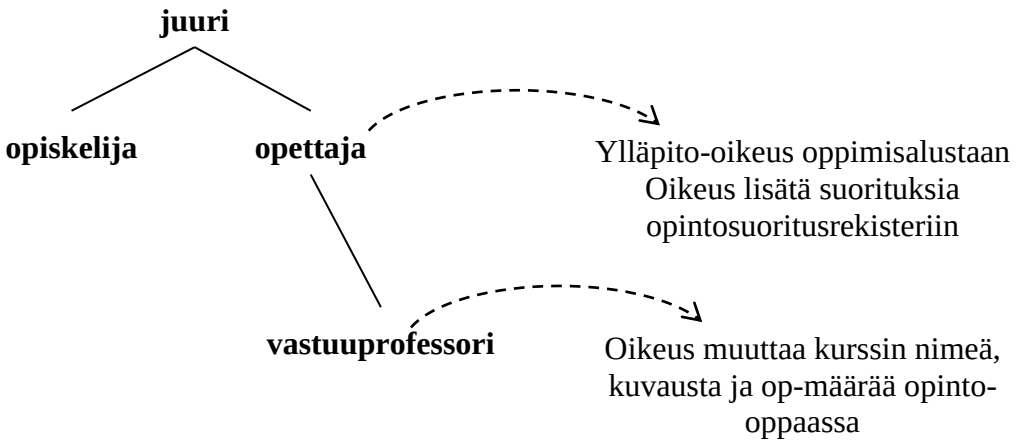
Tarkoituksenmukaisten roolien tunnistaminen organisaatiossa eli roolien louhinta (role mining) on rooliin perustuvan käyttövaltuushallinnan suunnittelun keskeinen vaihe. Roolimalli riippuu organisaation toiminnasta. Tyypillisiä rooleja ovat esimerkiksi kuuluminen tiettyyn organisaatioyksikköön, tietyn tehtävänimikkeen omistaminen, esimiesasema jne. Roolimallia rakennettaessa voidaan myös tehdä valintoja, jotka vaikuttavat suuresti syntyvien roolien määrään. Jos korkeakoulussa on esimerkiksi tuhat eri kurssia, onko korkeakoulussa myös tuhat eri opettajaroolia (”opettaja – identiteetin- ja pääsynhallinta”, ”opettaja – matematiikan peruskurssi 1”…) vai vain yksi rooli ”opettaja”, johon liitetään attribuuttina tieto siitä, mihin kurssiin opettajarooli liittyy?

Samalla henkilöllä voi olla yhtä aikaa useita rooleja; opiskelija voi suorittaa ja opettaja luennoida yhtä aikaa montaa eri kurssia. Rooleilla on myös alku ja loppu, joiden määritteleminen liittyy roolien louhintaan; rooli kurssin opiskelijana alkaa tavallisesti siitä, kun opiskelija ilmoittautuu kurssille (ja ilmoittautuminen hyväksytään). Mutta koska opiskelijarooli kurssiin voidaan poistaa? Silloin kun opiskelija pääsee tentin läpi? Vai kun viimeinenkin tenttimahdollisuus on ohi? Vai tulisiko opiskelijalla olla kurssirooli aina hamaan valmistumiseensa asti, jotta hän tarvittaessa voi kerrata kurssin asioita? Vaikka roolien louhintaan on saatavilla työkaluja, roolien mallintaminen ja elinkaaren

[8] Käytännössä opiskelijalla on oppimisalustassa myös muitakin valtuuksia, kuten valtuus keskustella keskustelupalstalla tai palauttaa harjoitustöitä, mutta yksinkertaisuuden vuoksi ne on tässä sivuutettu.

määritteleminen sisältää usein rajankäyntejä, jotka edellyttävät organisaation toiminnan syvällistä ymmärtämistä.

Rooliin perustuvan pääsynhallinnan yksi piirre on roolien hierarkia ja periytyminen. Roolille voidaan määritellä lapsirooleja, jotka perivät kaikki vanhemmillaan olevat roolit ja siten rooleihin edelleen kytketyt käyttövaltuudet. Oletetaan, että jokaisella kurssilla on lisäksi vastuuprofessori, jolla on kaikki samat oikeudet kuin kurssin opettajalla. Lisäksi vastuuprofessorilla on oikeus muuttaa kurssin nimeä, kuvausta ja opintopistemäärää sähköisessä opinto-oppaassa. Tilannetta on havainnollistettu kuvan mukaisella roolipuulla.



Kuva 15. Roolipuu. Rooleihin kytketyt valtuudet on esitetty katkoviivalla.

Roolipuun juurirooli on kaikilla käyttäjillä, ja opiskelija ja opettaja ovat juuriroolin lapsirooleja. Jos juurirooliin on kytketty jokin käyttövaltuus, se on automaattisesti myös jokaisella opiskelijalla ja opettajalla (ja myös kaikilla niillä käyttäjillä, joilla ei opiskelija- ja opettajaroolia). Vastuuprofessori on opettajan lapsirooli. Henkilöllä, jolle on annettu vastuuprofessorirooli, on siis myös opettajarooli (ja juurirooli). Niinpä vastuuprofessorille kuuluu kaikki opettajalla olevat käyttövaltuudet (oppimisalustan ylläpito-oikeus ja suoritusten lisäysoikeus opintosuoritusrekisteriin). Lisäksi vastuuprofessori voi muuttaa kurssin nimeä, kuvausta ja opintopistemäärää opinto-oppaassa.

Roolihierarkia tuo joustavuutta rooliajatteluun. Jos huomataan, että organisatiossa syntyy tarve myöntää lisävaltuuksia jonkun käyttäjäryhmän (=roolin) osajoukolle, voi lapsiroolin perustaminen kyseiselle osajoukolle poistaa tarpeen rinnakkaisen roolin (ja rooliin liittyvien käyttövaltuuksien) perustamiselle. Roolihierarkian rakentaminen edellyttää kuitenkin huolellista suunnittelua. Voitaisiinko esimerkiksi ajatella, että opettajarooli siirrettäisiin oppilasroolin lapsirooliksi?

5.4. Muita pääsynvalvontamenetelmiä

Rooliin perustuvan pääsynhallinnan lähtökohtana on käyttäjille annetut roolit, joita ilman pääsynvalvontaa ei voida tehdä. Oletetaan, että palvelun käyttöoikeus on kaikilla täysi-ikäisillä henkilöillä, joiden kotipaikka on Tampere. Jotta rooliin perustuvaa pääsynvalvontaa voitaisiin käyttää, tulisi jokaiselle ehdon täyttävälle käyttäjälle ensin antaa rooli ”täysi-ikäinen tamperelainen”. Lisäksi rooli tarvitsee päivittää päivittäin, koska uusia täysi-ikäisiä tamperelaisia tulee joka päivä.

Attribuuttiin perustuva pääsynvalvonta (attribute-based access control, ABAC) laajentaa rooliin perustuvaa pääsynvalvontaa siten, että roolien sijaan pääsynvalvonta voi perustua mihin vain käyttäjän, palvelun, operaation tai ympäristön attribuuttiin. Pääsy voidaan esimerkiksi sallia, jos käyttäjän kotikunta on Tampere ja syntymäaika vähintään 18 vuotta sitten. Näin käyttäjälle ei tarvitse välttämättä luoda ylen määrin rooleja pääsynvalvontaa varten.

Pakotettu pääsynvalvonta (mandatory access control, MAC) lähtee siitä, että käyttöoikeuksien antaminen ei ole tiedoston tai resurssin omistajan vapaassa harkinnassa, vaan käyttöjärjestelmätasolla pakotettu toiminnallisuus. Lähtökohtana on, että tieto on turvaluokiteltu esimerkiksi tasoille erittäin salainen, salainen, luottamuksellinen ja rajoitettu. Käyttäjille on annettu vastaavat luokat. Käyttöjärjestelmä huolehtii, että esimerkiksi luottamuksellinen-tasolle turvaluokiteltu käyttäjä (tai hänen tunnuksellaan järjestelmään livahtanut haittaohjelma) voi lukea vain luottamuksellista ja rajoitettua tietoa. Kirjoittaa hän voi luottamuksellisia, salaisia ja erittäin salaisia asiakirjoja. Formaalisti nämä voidaan ilmaista kahdella säännöllä, jotka tunnetaan kehittäjiensä mukaan Bell-LaPadula-mallina:

- No read-up. Käyttäjä ei voi lukea tietoa, jonka turvaluokitus on hänen luokitustaan korkeampi.
- No write-down. Käyttäjä ei voi kirjoittaa tietoa, joka saa matalamman turvaluokituksen kuin käyttäjällä itsellään on.

Nämä kaksi sääntöä luovat järjestelmän, jossa korkeammat turvaluokat näyttäytyvät alemman turvaluokituksen käyttäjälle ”tiedon mustana aukkona”, joka imee sisäänsä kaiken käyttäjää korkeammalla turvaluokalla olevan tiedon, mutta josta ei koskaan tule mitään tietoa ulos.

Pakotettu pääsynvalvonta kehitettiin aikoinaan Yhdysvaltojen armeijan tarpeisiin, mutta muuten sen käytännön sovellukset ovat jääneet melko vähäisiksi. Aukottoman toteutuksen tekeminen on osoittautunut hankalaksi. Toisaalta pakotettu pääsynvalvonta on käytännössä kankea ja rajoittava toimintamalli, koska usein on kuitenkin tarpeen pystyä tuomaan tietoa hallitusti myös korkeammalta turvaluokalta matalampaan, mikä nakertaa koko pääsynvalvontamallin periaatetta. Teoreettisena mallina pakotettu pääsynvalvontamalli on kuitenkin merkittävä.

Viimeisenä pääsynvalvontamallina esitellään **jäljitettävyyteen perustuva pääsynvalvonta** (accountability based access control), joka ei oikeastaan ole pääsynvalvontamalli alkuunkaan. Jäljitettävyyteen perustuvan pääsynvalvonnan filosofiana on, että aukottoman pääsynvalvonnan toteuttaminen tunnustetaan ylivoimaiseksi. Pääsynhallinnasta tulisi niin monimutkainen ja kankea ja sen ylläpidosta niin työlästä, että siihen ei edes pyritä, vaan tyydytään rajaamaan käyttäjien käyttövaltuuksia hieman väljemmin. Pääsynhallintaa täydennetään tallentamalla käyttövaltuuksien käyttäminen lokiin, josta tulostettavia raportteja voidaan väärinkäytöksiä epäiltäessä tarkastella.

Jäljitettävyyteen perustuvan pääsynvalvontamallin ongelma on, että se ei noudata seuraavaksi esiteltävää vähimmän käyttövaltuuden periaatetta: se ei estä oikeudetonta käyttöä, eikä myöskään suojaa erehdyksiltä ja virheiltä. Siitä huolimatta pääsynvalvontamallia käytetään laajasti esimerkiksi viranomaisrekistereissä, kuten väestö- ja potilastietojärjestelmissä.

5.5. Vähimmän käyttövaltuuden periaate

Vähimmän käyttövaltuuden periaate (least privilege) on eräs tietoturvallisuuden keskeisistä periaatteista. Sen mukaan käyttäjällä saa olla käytössään vain niin laajat käyttövaltuudet kuin mitkä hän tarvitsee hänelle kuuluvien tehtävien hoitamiseen. Koko käyttövaltuuksien mallintamisen ja hallinnan problematiikka rakentuukin tämän periaatteen ympärille; muutoinhan kaikille käyttäjille voitaisiin antaa aina kaikki valtuudet, ja sen kummempaa käyttövaltuuksien hallintaa ei tarvittaisi.

Vähimmän käyttövaltuuden periaate tarkoittaa myös sitä, että vaikka käyttäjälle olisi annettu laajat käyttövaltuudet, niitä käytetään vain silloin kun niitä tarvitaan. Vaikka käyttäjällä olisi käyttöjärjestelmään pääkäyttäjän (root) käyttövaltuudet, ne otetaan käyttöön vain silloin kun tehdään pääkäyttäjän käyttöoikeuksia edellyttäviä toimenpiteitä, ja muulloin tietokonetta käytetään peruskäyttäjän käyttöoikeuksilla. Näin vähimmän käyttövaltuuden periaate ehkäisee varsinaisten väärinkäytösten lisäksi myös inhimillisiä erehdyksiä ja virheitä.

Vähimmän käyttövaltuuden periaatetta rikotaan, jos organisaatio ei vaivaudu mallintamaan suojattavien kohteidensa käyttövaltuuksia riittävästi, vaan antaa käyttäjille ”varmuuden vuoksi” tarpeettoman suuret käyttövaltuudet (vrt. jäljitettävyyteen perustuva pääsynvalvonta, luku 5.4). Organisaatioiden toiminta ja käyttäjien käyttövaltuudet organisaatiossa ovat toki tosielämässä monimutkaisia, mutta edes keskeisimmät suojattavat kohteet olisi syytä tunnistaa ja suojata osana organisaation riskienhallintaa.

Eräs tyypillinen tilanne syntyy, kun työntekijä vaihtaa tehtäviään organisaation sisällä. Käyttäjän ja myös organisaation intressi on huolehtia, että käyttäjällä on uusien työtehtävien edellyttämät käyttövaltuudet. Sen sijaan käyttäjällä itsellään ei välttämättä ole painetta luopua aikaisempiin työtehtäviin liittyvistä käyttövaltuuksista, joten jos organisaatio ei huolehdi niiden poistamisesta, organisaation pitkäaikaisille työntekijöille kumuloituu vähitellen mittavat ylimääräiset käyttövaltuudet järjestelmiin. Jos käyttövaltuuksien raportointijärjestelmät ovat vajavaiset, ei organisaatiolla ja käyttövaltuuksien vastuuhenkilöillä välttämättä ole käsitystä käyttäjälle ”unohtuneista” valtuuksista. Valtuuksiin voi sisältyä esimerkiksi vaarallisia työyhdistelmiä, joihin tutustutaan seuraavaksi.

5.6. Vaarallisten työtehtävien eriyttäminen

Taloushallinnossa on tiedetty jo vuosisatoja, että kassaa ja kirjanpitoa ei saa hoitaa yksi ja sama ihminen. Vaarallisten työtehtävien eriyttäminen (segregation of duties, SOD) kahdelle eri henkilölle ehkäisee työtehtävien hoidossa tapahtuvia erehdyksiä, virheitä ja väärinkäytöksiä. Sama pätee myös tietojärjestelmien käyttövaltuuksissa.

Sama henkilö ei saa sekä luoda että hyväksyä matkalaskua, koska henkilö voi altistua erehdyksiin, virheisiin tai väärinkäytöksiin omia matkalaskujaan hyväksyessään. Omien matkalaskujen hyväksyminen onkin tyypillisesti estetty matkalaskujen tekemiseen ja hallintaan tarkoitetuissa ohjelmistoissa.

Vaarallisia työtehtäviä saattaa kuitenkin löytyä myös taloushallinnon ulkopuolelta. Luvun 5.3 esimerkissä vaarallinen työyhdistelmä voi syntyä, jos kurssin opettaja voi olla omalla kurssillaan myös opiskelijaroolissa ja siten antaa kurssista opintosuorituksen itselleen.

Myös IT-ylläpidossa voi syntyä vaarallisia työyhdistelmiä. Tuleeko esimerkiksi samalla henkilöllä olla sekä oikeus tehdä palomuuriavauksia että kirjautua pääkäyttäjänä

palomuurin suojaamiin palvelimiin? Jos nämä tehtävät on eriytetty kahdelle henkilölle, joutuu uuden palvelun palvelimeen avaava pääkäyttäjä itsensä lisäksi vakuuttamaan myös palomuurin vastuuhenkilön siitä, että käynnistetyn palvelun portin avaaminen Internetiin on varmasti turvallista. Tällä toimenpiteellä vältetään erehdyksiä ja virheitä.

Vaarallisten työtehtävien eriyttämiseen kuuluvat käsitteet staattisesta ja dynaamisesta eriyttämisestä. Jos palvelinten pääkäyttäjien tehtävä ja palomuuriavaukset on eriytetty kokonaan eri henkilöille, kysymys on staattisesta työtehtävien eriyttämisestä. Matkalaskujen teossa on sen sijaan huomioitava, että usein myös matkalaskun hyväksyjällä on omia työmatkoja, joten matkalaskujen tekemistä ei häneltä voida tyystin kieltää. Tällöin riittää, että *omien* matkalaskujen hyväksyminen estetään. Tällöin on kyse dynaamisesta työtehtävien eriyttämisestä; yleisessä tapauksessa henkilö voi sekä tehdä että hyväksyä matkalaskuja, mutta yhdessä ja samassa asiassa (matkalaskussa) henkilö ei voi olla sekä matkustajana että hyväksyjänä.

Organisaation koosta ja toimialasta riippuu, missä määrin vaarallisten työtehtävien eriyttämiseen kiinnitetään huomiota käyttövaltuushallinnassa. Pienessä organisaatiossa kaikkia vaarallisiksi tunnistettuja työyhdistelmiä ei pystytä eriyttämään eri henkilöille, koska mahdolliset henkilöt loppuvat viimeistään lomakauden koittaessa. Tällöin riski joudutaan vain toteamaan ja ottamaan, ja mahdollisesti rakentamaan korvaavia kontrolleja riskin hallitsemiseksi.

5.7. Delegointi toiselle käyttäjälle

Delegointi tarkoittaa käyttäjällä olevien käyttövaltuuksien siirtämistä toiselle käyttäjälle. Delegointi on varsin arkipäiväistä työelämässä; loman tai muun poissaolon ajaksi erilaiset organisaation päivittäiseen toimintaan liittyvät hyväksymis- ja muut valtuudet annetaan varahenkilölle. Organisaatiohierarkiassa tarpeeksi korkealla olevilla on myös taipumus lykätä rutiinejaan, esimerkiksi matkalaskujen tekemisen, sihteereilleen.

Delegointi voi myös liittyä luonnollisten tai juridisten henkilöiden välisiin oikeustoimiin, jolloin käytetään usein käsitettä mandaatti. Yritys voi esimerkiksi ulkoistaa taloushallintonsa tilitoimistolle, jolle annetaan samalla mandaatti hoitaa verottajalle sähköisesti tehtävät kuukausi-ilmoitukset yrityksen puolesta.

Käyttövaltuuksien hallinnan välineet tukevat delegointia vaihtelevalla tavalla. Joissain välineissä käyttövaltuus voidaan delegoida määräajaksi toiselle käyttäjälle, mutta usein delegointi hoidetaan pragmaattisesti antamalla henkilölle ja varahenkilölle molemmille samat valtuudet. Vähimmän käyttövaltuuden periaate jää ehkä silloin toteutumatta, mutta joka tapauksessa järjestely on jäljitettävyyden kannalta parempi kuin se, että henkilö antaa käyttäjätunnuksensa ja salasanansa varahenkilölleen lomansa ajaksi. Jäljitettävyyteen tutustutaan luvussa 6.

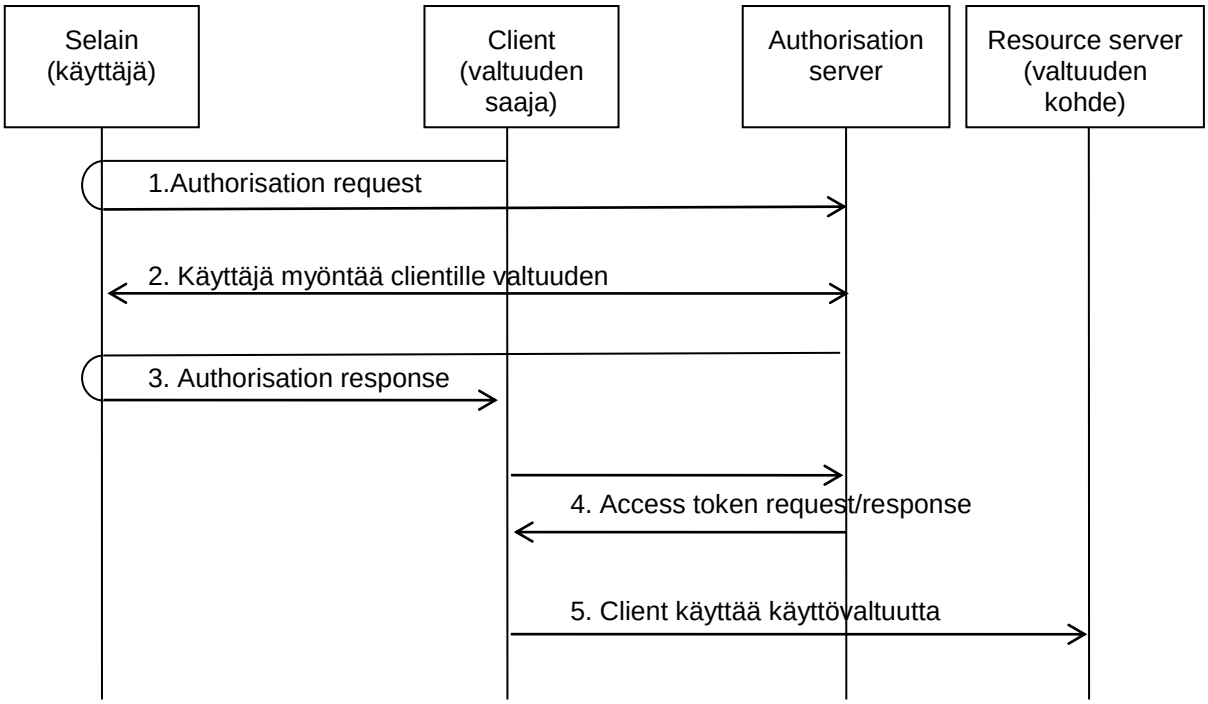
5.8. Delegointi toiselle tietojärjestelmälle

Lopuksi tutustutaan tilanteeseen, jossa käyttäjä itse antaa toiselle järjestelmälle luvan käyttää hänelle kuuluvia valtuuksia. Valtuuksien käyttäminen tapahtuu esimerkiksi REST-protokollaan perustuvan ohjelmarajapinnan (Application programming interface, API) kautta. Tätä kutsutaan delegoiduksi pääsyksi (delegated access) ja se tukee Internetin varaan rakentuvia verkostomaisia liiketoimintamalleja.

Delegoidun pääsyn perustilanteessa käyttäjällä on jokin suojattava kohde (esimerkiksi tiedosto) tietojärjestelmässä A, ja hän haluaa antaa tietojärjestelmälle B oikeuden kohdistaa

tiedostoon jonkun toimenpiteen (esimerkiksi lukea tai kirjoittaa se). Normaalisti tietojärjestelmät A ja B sijaitsevat eri organisaatioissa. Jotta käyttäjän ei tarvitsisi syöttää järjestelmässä A käyttämäänsä salasanaa järjestelmälle B, on kehitetty delegoidun pääsyn toteuttavia protokollia, josta tunnetuin on OAuth2.

Oheinen kuva esittelee OAuth2-protokollan perusmallisen viestisekvenssin (authorisation code flow), joka perustuu käyttäjän WWW-selaimen vaellukseen valtuuden saajan (Client) ja valtuuksia hallinnoivan auktorisointipalvelimen (Authorisation server) välillä. Itse suojattava kohde, jonka käyttämiseen valtuus myönnetään, sijaitsee resurssipalvelimella (Resource server). Resurssipalvelin luottaa auktorisointipalvelimeen.



Kuva 16. OAuth2-protokollan perusmallinen viestisekvenssi, jolla käyttäjä antaa tietojärjestelmälle (Client) luvan käyttää hänelle kuuluvia valtuuksia toisessa tietojärjestelmässä (Resource server).

1. **Authorisation request.** Client ohjaa selaimen Authorisation serverin auktorisointirajapintaan. Pyynnön parametrinä Client yksilöi, millaista valtuutusta se hakee käyttäjältä (scope).
2. **Käyttäjä myöntää clientille valtuuden.** Ensin Authorisation server autentikoi käyttäjän (tavalla, johon OAuth2-määritys ei ota kantaa) ja sen jälkeen näyttää käyttäjälle WWW-sivun, jossa kerrotaan, minkälaista valtuutta Client pyytää. Käyttäjän tulee hyväksyä valtuutus.
3. **Authorisation response.** Authorisation server palauttaa selaimen Client-palvelimelle ja laittaa pyynnön URL-häntään (query string) kertakäyttöisen auktorisointikoodin (authorisation code), joka clientin tulee esittää Authorisation serverille.
4. **Access token request/response.** Client lähettää saamansa auktorisointikoodin Authorisation serverin rajapintaan HTTP POST-metodilla, ja Authorisation server palauttaa Access tokenin ja siihen liittyvää metatietoa, kuten voimassaoloajan.

5. **Client käyttää käyttövaltuutta.** Client liittää Access tokenin API-kutsuun, joka kohdistuu käyttäjän suojattavaan kohteeseen. Jos Access token on kunnossa, Resource server sallii pyynnön.

OAuth2-protokollaan kuuluu myös Clientin ja Authorisation serverin välinen symmetrinen salaisuus, jolla Authorisation server autentikoi clientin. Edellä kuvatun lisäksi OAuth2 tukee myös muunlaisia viestisekvenssejä, jotka mahdollistavat esimerkiksi Clientin ajamisen matkapuhelimen natiivisovelluksena.

RFC 6749:
The OAuth 2.0 Authorization Framework

5.9. Pohdittavaa

- Ryhmiä on pitkään käytetty apuna käyttövaltuuksien hallinnassa esimerkiksi tiedostojärjestelmissä. Miten rooliin perustuvan käyttövaltuuksien hallinnan rooli-käsite eroaa ryhmäkäsitteestä?
- Luvussa 5.6 kerrottiin esimerkkinä vaarallisten työtehtävien eriyttämisestä, että matkalaskuohjelma estää käyttäjää hyväksymästä omia matkalaskujaan. Luvussa 3.3 huomautettiin, että organisaation tulee muun muassa päättää, voiko samalla henkilöllä olla samassa järjestelmässä useita käyttäjätunnuksia. Miten vaarallisten työtehtävien eriyttämisen käy, jos yhdellä käyttäjällä on useita käyttäjätunnuksia?

6. Jäljitettävyys ja raportointi

Jäljitettävyys ja raportointi ovat loppukäyttäjälle usein huomaamattomia toimintoja, joilla on tärkeä rooli identiteetin- ja pääsynhallinnan tietoturvallisuutta täydentävinä kontrolleina. Jäljitettävyyden ja raportoinnin merkitys vaihtelee toimialoittain; esimerkiksi finanssi- ja terveydenhoitoalalla on omia, toimialasta seuraavia korkeampia erityisvaatimuksia. Esimerkiksi luottokorttimaksujen turvallista vastaanottamista ja käsittelyä koskeva PCI-DSS-standardi asettaa myös jäljitettävyyteen liittyviä vaatimuksia.

6.1. Jäljitettävyys

Jäljitettävyydellä (accountability) tarkoitetaan luotettavan kirjausketjun (audit trail) muodostamista identiteetin- ja pääsyhallintaan liittyvistä tapahtumista. Kirjausketjun tarkoitus on pystyä tarpeen tullen osoittamaan, kuka käyttäjä on tehnyt tietyn toimenpiteen, ja mihin valtuus tehdä toimenpide on perustunut. Kirjausketjua voidaan käyttää organisaation sisällä ongelmien, vikatilanteiden ja tietoturvaloukkausten tunnistamiseen ja selvittelyyn. Jos palvelusta veloitetaan käytön mukaan, perustuu laskutus usein kirjausketjuun. Kirjausketjua voidaan tarvita myös todistusaineistona – ääritilanteessa tuomioistuimessa – sille, mitä toimenpiteitä tietty käyttäjä on tietojärjestelmässä tehnyt.

Käytännössä keskeistä roolia jäljitettävyyden toteuttamisessa näyttelevät lokitiedot, joita kerätään käyttäjien tunnistamisesta ja heidän käyttövaltuuksiensa myöntämisestä ja käyttämisestä. Jäljitettävyyden varmistamisessa on siis pitkälti kyse siitä, että lokitietojen kerääminen ja eheys varmistetaan osana organisaation muuta lokitietojen hallintaa. Identiteetin- ja pääsynhallinnan lokitiedot ovat käytännössä aina myös henkilötietoja, joten lokitietojen hallinnassa tulee huomioida tietosuojalakien ja työntekijöiden lokitiedoissa myös työelämän tietosuojalain säädökset. Tietosuojalakeihin palataan luvussa 9.

Lokitietojen hallinnan lisäksi jäljitettävyys edellyttää kuitenkin myös laajempia toimenpiteitä, joiden laajuus kytkeytyy organisaation riskienhallintaan. Onko esimerkiksi tarpeen pyytää käyttäjältä ensitunnistuksen yhteydessä käsin allekirjoitettu kuittaus, jotta voidaan tarvittaessa osoittaa käyttäjätunnuksen päätyneen oikealle henkilölle? Jos organisaatio kierrättää (re-assign) käyttäjätunnuksia, on myös kyettävä näyttämään, kenelle tosielämän henkilölle käyttäjätunnus on kulloinkin kuulunut.

Ensimmäinen askel parempaa jäljitettävyyttä kohtaan on kuitenkin ryhmätunnuksista luopuminen, joka tarkoittaa henkilökohtaisten käyttäjätunnusten käyttöä kaikkiin toimenpiteisiin. Jäljitettävyys murenee, jos yhden käyttäjätunnuksen takana voi toimia useita tosielämän henkilöitä. Tämä koskee paitsi peruskäyttäjien käyttäjätunnuksia, myös erityisesti pääkäyttäjien käyttäjätunnuksia. Varamiesjärjestelyjen kannalta on toki eduksi, että järjestelmän pääkäyttäjän oikeuksia voi käyttää useita henkilöitä, mutta oikeuksien käyttö tulisi toteuttaa jollain muulla tavalla kuin antamalla pääkäyttäjän (root, administrator) salasana usean henkilön tietoon.

Lisätietoa: Vahti 3/2009. Lokiohje

6.2. Raportointi

Raportointi täydentää jäljitettävyyttä. Siinä missä lokitietojen avulla voidaan muodostaa kuva jo tapahtuneista asioista, raportointivälineiden avulla voidaan tutkia järjestelmässä tällä hetkellä olevien identiteettien ja käyttövaltuuksien tilaa. Raportointivälineiden tulee pystyä tuottamaan ajantasaiset raportit

- käyttäjistä ja heidän rooleistaan
- rooleista ja niihin kytketyistä käyttövaltuuksista
- käyttäjistä ja heidän käyttövaltuuksistaan (edellisten yhdistelmä)
- käyttäjistä, joilla on tietty rooli
- käyttäjistä, joilla on tietyn kohteen käyttövaltuus

Raportointivälineiden pelkkä olemassaolo ei kuitenkaan riitä, vaan organisaation on järjestettävä ja vastuutettava raportointivälineiden säännöllinen käyttö sen selvittämiseksi,

- onko järjestelmissä käyttäjiä, jotka eivät enää ole organisaation palveluksessa
- onko järjestelmissä rooleja, jotka eivät ole enää käytössä
- onko järjestelmissä kohteita ja käyttöoikeuksia, jotka eivät ole enää käytössä
- onko järjestelmässä irrallisia käyttövaltuusmäärityksiä (ts. liittyen käytöstä poistettuihin suojattaviin kohteisiin tai poistuneisiin rooleihin)
- onko käyttäjiä, joilla on vaarallisia rooli- ja käyttövaltuusyhdistelmiä
- ovatko kohteisiin, rooleihin ja hallintaprosesseihin liittyvät omistajuudet ja niihin liittyvät toimeenpano- ja valvontavastuut hoidossa
- toimivatko hallinnointiprosessit sovitulla tavalla

Raporttien läpikäynti voidaan esimerkiksi kytkeä osaksi organisaation vuosikelloa. Kerran vuodessa vastuuhenkilöt käyvät läpi vastuullaan olevat raportit, tekevät tarvittavat korjaukset ja aktiivisesti hyväksyvät ne tiedot, jotka eivät vaadi korjausta. Identiteetin- ja pääsynhallinnassa tätä kutsutaan attestoinniksi (attest).

7. Identiteetinhallinta organisaatiossa

Edellisissä luvuissa on käsitelty identiteettiä, autentikointia, auktorisointia sekä jäljitettävyyttä ja raportointia. Käsittelyn taso on ollut abstrakti tai suojattavana kohteena on ollut yksi yksittäinen tietojärjestelmä. Tosielämässä tilanne on kuitenkin sellainen, että organisaatiossa on kymmeniä tai satoja tietojärjestelmiä, joissa samalla käyttäjällä (erityisesti organisaation työntekijöillä) on identiteetti ja käyttöoikeuksia. Identiteetinhallinnan tyypillinen haaste on, kuinka identiteettiä hallitaan useista eri tietojärjestelmistä rakentuvassa kokonaisuudessa tarkoituksenmukaisella tavalla.

Tässä luvussa identiteetinhallintaa lähestytään kokonaisarkkitehtuurin näkökulmasta. Luku alkaa kokonaisarkkitehtuuriajattelun esittelyllä. Sen jälkeen syvennytään identiteetinhallintaan kokonaisarkkitehtuurin kunkin osa-alueen näkökulmasta. Käytännössä identiteetinhallinta-arkkitehtuurin tekninen toteutus tehdään pääosin identiteetinhallintajärjestelmällä, jota käsitellään luvun lopussa.

7.1. Kokonaisarkkitehtuuri

IT-kehityshankkeet ovat usein hankalia organisaation johdolle varsinkin, jos ne nähdään irrallisina teknologiahankkeina, joiden niveltyminen organisaation toimintaan ja tavoitteisiin jää hämäräksi. Identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittämisprojekti ei ole yleensä johdolle kaikkein helpoimmin ymmärrettävä projekti: kalliin hankkeen merkitys organisaation toiminnalle voi jäädä epäselväksi. Toisaalta - kuten tässä luvussa tullaan huomaamaan - identiteetin- ja pääsynhallinnan projekti lävistää organisaatiota ja sen toimintaa monella tavalla, joten muutoksen läpivieminen edellyttää riittävän korkealta organisaatiosta saatavaa tukea hankkeelle.

Kokonaisarkkitehtuuri (Enterprise Architecture, EA) on viitekehys, joka on kehitetty 1990- ja 2000-luvulla jäsentämään organisaation IT-toimintaa helpommin ymmärrettäväksi ja hallittavaksi kokonaisuudeksi, joka niveltyy organisaation tavoitteisiin. Kokonaisarkkitehtuuri kuvaa, kuinka organisaation elementit – organisaatioyksiköt, ihmiset, toimintaprosessit ja tietojärjestelmät – liittyvät toisiinsa ja toimivat kokonaisuutena. Kokonaisarkkitehtuuri on strategisen johtamisen väline, jonka avulla yhtenäistetään toiminnan kehittämistä.

Kokonaisarkkitehtuuri on tässä valjastettu identiteetinhallinnan arkkitehtuurin kehikoksi, koska kokonaisarkkitehtuurin osa-alueissa nousee esiin myös identiteetinhallinnan arkkitehtuurin keskeiset kysymykset. Jos kokonaisarkkitehtuuri on jo tuttu asia organisaation johdolle, on identiteetinhallinnan kokonaisuuden ymmärtäminen helpompaa kokonaisarkkitehtuurin kautta. Jos organisaatiossa on jo tehty kokonaisarkkitehtuurin mallinnustyötä, saadaan siitä paljon hyödyllistä materiaalia myös identiteetinhallinta-arkkitehtuurin tueksi. Lisäksi kokonaisarkkitehtuurinäkökulma korostaa identiteetin-hallinnan näkemistä enemmän johtamiskysymyksenä kuin teknisenä ongelmana.

Tässä alaluvussa esitellään kokonaisarkkitehtuuria vain siinä laajuudessa kuin se on tarpeen identiteetinhallinnan ja kokonaisarkkitehtuurin suhteen ymmärtämiseksi. Kokonaisarkkitehtuurista itsessään on omat kurssinsa ja oppikirjansa, joihin kokonaisarkkitehtuurista, sen eri koulukunnista (mm. TOGAF, Zachman) ja sen kehittämisprosessista laajemmin kiinnostuneet lukijat voivat syventyä.

Kokonaisarkkitehtuuri jaetaan seuraavaan neljään arkkitehtuurin osa-alueeseen, joita seuraavissa luvuissa tarkastellaan identiteetinhallinnan näkökulmasta.

- **Toiminta-arkkitehtuuri** (business architecture) ohjaa arkkitehtuurin muiden osa-alueiden kehittämistä. Kokonaisarkkitehtuurin kehittämisen tarkoituksena on ydintoiminnan tukeminen ja kehittämisen helpottaminen. Kaiken kehittämisen tulee tukea ydintoiminnan strategisia ja taktisia tavoitteita. Toiminta-arkkitehtuuri kuvaa ydintoiminnan organisaatiorakenteet, tavoitteet ja prosessit. Näin se myös asettaa tavoitteet ja suuntaviivat arkkitehtuurin muiden osa-alueiden kehittämiselle.
- **Tietoarkkitehtuuri** (information architecture) kuvaa organisaation käyttämät tiedot. Johtamisen näkökulmasta tietojen yhdenmukainen ja yksikäsitteinen ymmärtäminen ja käsittely läpi organisaation on yksi tehokkaan ja virheettömän toiminnan kulmakivistä. Tietoarkkitehtuuri kuvaa tietojen merkityksen, tietovirrat ja tietovarastot.
- **Järjestelmäarkkitehtuuri** (system architecture) kuvaa organisaation järjestelmät ja sen, miten ne tukevat ydintoiminnan tavoitteiden saavuttamista. Järjestelmäarkkitehtuuri kuvaa järjestelmäsalkun, järjestelmien vastuut ja rajaukset sekä liittymät toisiin järjestelmiin.
- **Teknologia-arkkitehtuuri** (IT architecture) kuvaa ne tekniset ratkaisut ja keinot, joiden avulla tuetaan muilla arkkitehtuurin osa-alueilla asetettujen tavoitteiden toteutumista. Teknologia-arkkitehtuurissa kuvataan standardit ja teknologialinjaukset sekä käytettävät työkalut, joiden avulla IT-järjestelmäkokonaisuutta kehitetään.

Lisätietoa: Korkeakoulujen kokonaisarkkitehtuurin käsikirja. Toiminnan ja tietohallinnon kokonaisvaltainen kehittäminen. Helsingin yliopisto, 2009

7.2. Toiminta-arkkitehtuuri

Identiteetinhallinta on organisaation tukitoiminto, joka auttaa osaltaan ponnistelemaan kohti organisaation tavoitteiden saavuttamista. Prosessit ovat identiteetinhallinta-arkkitehtuurin toiminta-arkkitehtuuriin kytkevät tekijä. Monesti ydintoiminnan prosesseihin sisältyy tarpeita luoda organisaation toimintaan liittyville henkilölle identiteetti ja kytkeä siihen käyttövaltuuksia.

Organisaation työntekijöille annettavat käyttövaltuudet kytkeytyvät henkilöstöhallinnon prosesseihin. Kun uusi työntekijä palkataan, hänet lisätään organisaation HR-järjestelmään, hänelle suoritetaan ensitunnistus ja luodaan käyttäjätunnus identiteetinhallinta-järjestelmään. Osa työntekijän käyttöoikeuksista voidaan johtaa suoraan HR-järjestelmässä olevista tiedoista, kuten organisaatioyksiköstä ja tehtävänimikkeestä. Lisäksi työntekijä voi saada muita työtehtävien tekemiseen liittyviä käyttöoikeuksia organisaation eri tietojärjestelmiin, jolloin lisäoikeuksille tarvitaan organisaation toimintakäytäntöjen mukaiset hyväksynnät. Kun työntekijän työtehtävät muuttuvat, vanhojen tehtävien hoitoon liittyvät oikeudet poistetaan vähimmän käyttövaltuuden periaatteen mukaisesti. Kun työntekijä poistuu organisaation palveluksesta, hänen käyttöoikeutensa poistetaan ja käyttäjätunnuksensa suljetaan.

Henkilökunnan käyttäjätunnusten hallintaprosessi tuntuu luontevalta, mutta käytännössä siihen kytkeytyy monia kompastuskiviä, jotta HR-järjestelmän tietoja voitaisiin käyttää avuksi identiteettien ylläpitämisessä. Se edellyttävät käytännössä HR-prosessien huolellista suunnittelua ja määrämuotoistamista myös identiteetinhallinnan näkökulmasta.

Henkilöstöhallinto on usein kehittänyt toimintaprosessinsa palvelemaan lähinnä omia tarpeitaan, joihin identiteetinhallinta ei välttämättä kuulu. Seuraavassa on kuvattu tyypillisiä ongelmia

- uusien työsuhteiden vieminen HR-järjestelmään. Uuden työntekijän tiedot tulee olla vietynä HR-järjestelmään ennen työsuhteen alkua, jotta hänelle voidaan antaa tarvittavat käyttäjätunnukset HR-järjestelmästä saatavan herätteen perusteella heti ensimmäisenä työpäivänä. Joillain toimialoilla tämä saattaa olla hyvinkin haastavaa esimerkiksi tilapäis- ja keikkatyöntekijöiden kohdalla.
- ketjutetut määräaikaiset työsuhteet. Myös uuden määräaikaisuuden alkaessa uuden työsuhteen tiedot tulee viedä HR-järjestelmään ajoissa. Esimiehillä saattaa olla houkutus sopia työsuhteen jatkamisesta suullisesti ja hoitaa muodollisuudet, kuten uusi työsopimus, joskus myöhemmin.
- henkilökuntaan rinnastuvat käyttäjät. Monessa organisaatiossa on henkilöitä, jotka eivät ole työsuhteessa organisaatioon (ja siten organisaation HR-järjestelmässä), mutta joilla kuitenkin on henkilökuntaan rinnastuvia käyttöoikeuksia tietojärjestelmissä. Tällaisia henkilöitä ovat esimerkiksi ulkoistetut työntekijät ja vuokratyövoima, kuten vahtimestarit, siivoojat, konsultit tai siviilipalvelusmiehet. Myös näiden henkilöiden identiteetit tulee pystyä hallitsemaan luotettavasti, vaikka heidän palvelussuhteensa alkamisesta ja päättymisestä ei koskaan tule merkintää HR-järjestelmään. Usein ensimmäinen ratkaistava kysymys on, kuka organisaatiossa ottaa vastatakseen tällaisten henkilöiden identiteetinhallinta-prosessin suunnittelusta ja toteutuksesta.

Henkilökunnan ja heihin rinnastuvien muiden **sisäisten käyttäjien** vastakohtana organisaatiolla on usein myös **ulkoisia käyttäjiä**, jotka toimialasta riippuen voivat olla esimerkiksi asiakkaita, alihankkijoita, potilaita tai opiskelijoita. Sisäisten ja ulkoisten käyttäjien käsitteiden ero on lähinnä käyttövaltuuksien laajuudessa; työsuhteessa tai siihen rinnastuvassa toimeksiantosuhteessa olevilla henkilöillä on yleensä laajemmat käyttövaltuudet tietojärjestelmissä kuin ulkoisilla käyttäjillä. Usein ulkoiset käyttäjät eivät myöskään pääse organisaation sisäverkkoon.

Myös ulkoisten käyttäjien identiteettiensä ja käyttövaltuuksiensa ylläpito niveltyy läheisesti heitä koskeviin toimintaprosesseihin, kuten asiakkuudenhallintaan tai toimittajienhallintaprosessiin. Esimerkiksi yrityksen asiakkaaksi tuleville yrityksille tai yksityishenkilöille annetaan tarvittavat käyttäjätunnukset ja käyttöoikeudet yrityksen extranet-palveluun samalla, kun asiakkaan kanssa solmitaan tarpeelliset asiakassopimukset. Kun asiakkuus päättyy, myös käyttäjätunnukset suljetaan. Ulkoisten käyttäjien identiteetinhallinta tarvitsee siis suunnitella osana mainittua prosessia yhteistyössä prosessista vastaavan organisaatioyksikön kanssa niin, että organisaation toiminnan tavoitteet tulevat huomioiduksi kokonaisuutena.

7.3. Tietoarkkitehtuuri

Tyypillisesti samaa henkilöä koskevia tietoja on organisaatiossa monessa eri tietojärjestelmässä. Esimerkiksi työntekijöitä koskevaa tietoa on kaikissa järjestelmissä, joihin työntekijä kirjautuu henkilökohtaisella käyttäjätunnuksella, kuten työasemaympäristössä, Intranetissä jne. Lisäksi työntekijän tietoja on tyypillisesti HR-järjestelmissä, kulunhallintajärjestelmässä, puhelinvaihteessa ja niin edelleen. Myös ulkoisten käyttäjien tietoja on useassa tietojärjestelmässä.

Organisaatiossa tehdään moninkertaista työtä, jos samojen henkilöiden samoja tietoja ylläpidetään useassa rinnakkaisessa, toisistaan tietämättömässä tietojärjestelmässä. Jos tietojen ylläpitoprosessi ei ole aukoton, saattaa muuttuneen tiedon päivittäminen lisäksi unohtua johonkin sen rinnakkaisista instansseista, jolloin tiedon eheys menetetään.

Master data management[9] (MDM) –käsitteellä tarkoitetaan prosessia ja välineitä, jolla pyritään karsimaan saman tiedon päällekkäisten instanssien hallintaa organisaatiossa. Master data management muodostaa keskeisen osan identiteetinhallinnan tietoarkkitehtuuria. Jokaiselle identiteettiin liittyvälle attribuutille määritellään **autoratiivinen lähde**: tietojärjestelmä, josta attribuutin arvo valutetaan muihin järjestelmiin. Tämän jälkeen toiminta organisoidaan siten, että tietoa ylläpidetään ja tiedon muutokset tehdään vain tiedon autoratiiviseen lähteeseen. Käsitteellisesti kysymys on samasta asiasta kuin tietokantojen normalisoinnissa.

Autoratiivisten lähteiden valinta edellyttää organisaation toiminnan tuntemusta, jotta pystytään ottamaan näkemys autoratiivisen lähteen luontevimmasta sijainnista. Joitain esimerkkejä mahdolliseksi autoratiiviseksi lähteestä on allaolevassa taulukossa:

Attribuutti	Esimerkki autoratiivisesta lähteestä
Työntekijän nimi ja työntekijänumero	HR-järjestelmä
Työntekijän organisaatioyksikkö	HR-järjestelmä
Käyttäjätunnus ja salasana	Identiteetinhallintajärjestelmä (IdM)
Työntekijän puhelinnumero	Puhelinvaihde
Työntekijän sähköpostiosoite	Sähköpostipalvelin

Lisäksi yleensä on tarve korottaa joku autoratiivisista järjestelmistä **perusrekisteriksi**: keskitetyksi pisteeksi, josta uudet identiteetit tulevat organisaatioon. Tämä tarkoittaa, että uusi identiteetti tulee identiteetinhallintaan aina siten, että identiteetti lisätään ensi perusrekisteriin, mikä liipaisee identiteetin perustamisen myös muihin järjestelmiin. Vastaavasti identiteetti suljetaan, kun se suljetaan tai poistetaan perusrekisterissä. Teknisestä näkökulmasta voidaan ajatella, että autoratiivinen lähde ”omistaa” identiteetin-hallintajärjestelmässä olevan attribuutin ja perusrekisteri puolestaan ”omistaa” identiteetin (vaikka identiteetin eri attribuutit voivatkin olla eri autoratiivisen lähteen omistuksessa).

Perusrekistereitä voi olla useita. Jos organisaatiossa on erityyppisiä identiteettejä, niillä on usein eri perusrekisterit. Esimerkiksi henkilökunnan identiteeteille luonteva kandidaatti perusrekisteriksi on HR-järjestelmä, jossa organisaation voimassaolevat työsuhteet voidaan ajatella olevan parhaiten ajan tasalla. Vastaavasti asiakkaiden perusrekisteri voisi olla asiakashallintajärjestelmä, potilaiden perusrekisteri potilastietojärjestelmä ja opiskelijoiden perusrekisteri opiskelijarekisteri. Edellä luvussa 7.2 viitattiin myös tarpeeseen hallita henkilökuntaan rinnastuvien käyttäjien identiteettejä; myös heidän identiteettinsä on syytä hallita organisaatiossa keskitetysti.

Perusrekisterien valinnan yhteydessä tulee myös ratkaistavaksi erikoistilanteet, joissa sama henkilö esiintyy useita kertoja samassa tai eri perusrekistereissä. Työntekijällä voi olla

[9] Master data management –käsitteelle ei ole vakiintunut suomenkielistä termiä. Mm. perustiedon hallinta –termiä on ehdotettu.

esimerkiksi useita samanaikaisia työsuhteita organisaatiossa, tai samalla konsultilla voi olla useita yhtäaikaisia toimeksiantoja organisaatiossa. Korkeakouluissa puolestaan on tavallista, että sama henkilö on sekä opiskelijana että työntekijänä, jolloin hänellä on tietue sekä opiskelija- että henkilökuntarekistereissä. Tietoarkkitehtuurissa tulee tällöin ottaa kantaa siihen, sallitaanko rinnakkaisten identiteettien (käyttäjätunnusten) syntyminen samalle tosielämän henkilölle, ja millaisia seurannaisvaikutuksia sillä on. Vaarallisten työyhdistelmien eriyttäminen saattaa esimerkiksi käydä hankalaksi tai mahdottomaksi, jos tietojärjestelmät eivät pysty päättelemään kahden eri käyttäjätunnuksen kuulumista samalle tosielämän henkilölle. Rinnakkaisten identiteettien sallimisen vaihtoehtona on ylläpitää henkilölle vain yhtä identiteettiä, johon liittyy useita rooleja.

Attribuutti	Autoratiivinen lähde	Kohdejärjestelmät			
		Windows AD	Matkalaskujen hallinta	Intranet	Sähköposti-palvelin
Henkilönumero	HR	X	X		
Nimi	HR	X	X	X	X
Salasana	Windows AD	X	X	X	X
Mail-osoite	Sähköposti-palvelin	X	X		
…					

Kun tietovirrat, autoratiiviset lähteet ja perusrekisterit on selvillä, voidaan tietovirrat koota yhteen taulukoksi. Kullekin attribuutille merkitään taulukkoon autoratiivinen lähde sekä ne kohdejärjestelmät, joihin attribuutin arvot valutetaan autoratiivisesta lähteestä. Käytännössä valuttamisesta huolehtii organisaation identiteetinhallintajärjestelmä, johon syvennytään tuonnempana luvussa 7.7. Taulukko on varsin tehokas väline kokonaiskuvan saamiseksi tietovirroista.

Tietovirtojen määrittelyn lisäksi tietoarkkitehtuuriin liittyy sopimukset tiedon syntaksista ja semantiikasta. On tyypillistä, että eri organisaatioyksiköissä on erilainen näkemys attribuuttien arvoihin ja mahdollisten arvojen merkitykseen. Tietoarkkitehtuurissa syntaksi ja semantiikka tulee yhtenäistää, tai vaihtoehtoisesti suorittaa attribuuttien muunnosajoja samalla, kun attribuuttien arvoja valutetaan autoratiivisesta lähteestä muihin järjestelmiin. Esimerkkejä sovittelua kaipaavista attribuuttien semantiikasta ovat

- Henkilöstöhallinnon mielestä työntekijän tunnusmerkki on voimassaoleva työsuhde, esimerkiksi tietohallinto saattaa pitää myös henkilökuntaan rinnastuvia käyttäjiä työntekijöinä.
- Henkilöstöhallinnon, taloushallinnon ja muiden tukipalveluiden näkemys organisaatiorakenteesta, kustannuspaikka- tai projektikoodeista ja niiden esittämisestä attribuuttina saattaa poiketa toisistaan.
- Henkilöstöhallinnon mielestä perhevapaalla, armeijassa tai pitkällä sairaslomalla oleva henkilö on edelleen työsuhteessa, mutta tietohallinnon käsityksen mukaan hänen käyttäjätunnuksensa tulee sulkea.

Autoratiivisten lähteiden ja perusrekisterien kiinnittäminen ja tiedon syntaksin ja semantiikan määritteleminen ovat usein monimutkaisia asioita, joiden sopimista varten tarvitaan asiantuntemusta kaikista kyseisiä tietoja tuottavista ja käyttävistä organisaatioyksiköistä. Missään tapauksessa tehtävää ei saa jättää pelkästään tietotekniikan asiantuntijoiden harteille, vaikka tietojen valuttaminen autoratiivisesta lähteestä muihin järjestelmiin hoidetaankin käytännössä teknisen välineen avulla.

7.4. Järjestelmäarkkitehtuuri

Identiteetinhallinnan järjestelmäarkkitehtuuri ottaa kantaa siihen, mitkä organisaation järjestelmät otetaan identiteetinhallinnan piiriin. Ideaalitilanteessa kaikki organisaation järjestelmät olisivat organisaation keskitetyn identiteetinhallinnan piirissä. Käytännössä ideaaliin kuitenkin päästään harvoin eikä siihen pyrkiminen ole edes tarkoituksenmukaista, koska jokaisen integraation rakentaminen ja ylläpito maksaa, ja järjestelmän rajapinnoista riippuen integraatio voi pahimmillaan olla työlästäkin. Integraation hankaluutta voi esimerkiksi lisätä järjestelmän ostaminen palveluna (Software as a Service, SaaS), jolloin järjestelmä sijaitsee alihankkijan ympäristössä.

Pragmaattinen lähtökohta on käydä organisaation tietojärjestelmät läpi ja käyttää harkintaa siitä, kannattaako se integroida organisaation keskitettyyn identiteetinhallintaan. Perusrekistereinä ja autoratiivisina lähteinä käytettävät järjestelmät on luonnollisesti kytkettävä identiteetinhallintajärjestelmään. Myös sellaiset palvelut, joissa sulkematta unohtuneet tunnukset aiheuttavat suurimmat tietoturvariskit (esim. henkilökunnan VPN-etäyhteydet), kannattaa ottaa keskitetyn identiteetinhallinnan piiriin. Muiden järjestelmien kytkeminen identiteetinhallintajärjestelmään kannattaa aloittaa suurimman käyttäjämäärän ja käyttövolyymin palveluista. Pienemmissä järjestelmissä myös puoliautomaattinen kytkentä saattaa riittää; identiteetinhallintajärjestelmä saattaa esimerkiksi lähettää sähköpostiviestin (palvelupyynnön eli "tiketin") järjestelmän pääkäyttäjälle havaittuaan tarpeen tunnuksen avaamiseen tai sulkemiseen.

On syytä huomata, että identiteetinhallinta ja sen mahdollisuudet pitää nähdä laajemmin kuin pelkkänä käyttäjätunnushallintana. Henkilöillä on identiteettejä myös sellaisissa palveluissa, joissa heillä ei ole käyttäjätunnuksia ja joihin he eivät ”kirjaudu sisään” sanan totutussa merkityksessä. Tällaisia palveluita ovat esimerkiksi kulunhallintajärjestelmät, joissa ajantasaiset identiteetit ovat kuitenkin tärkeitä toimitilaturvallisuuden vuoksi, mutta ”sisäänkirjautuminen” tapahtuu esimerkiksi näyttämällä kulkukorttia ovessa olevalle kortinlukijalle. Sähköisten kulunhallintajärjestelmien rinnalla on edelleen fyysisiä avaimia, joiden haltijoista pidetään niin ikään kirjaa. Organisaation puhelinvaihde käsittelee myös ainakin henkilökuntaan kuuluvien henkilöiden identiteettejä, jotta puhelut saadaan yhdistettyä ja laskutettua oikein. Myös näiden järjestelmien ottaminen keskitetyn identiteetinhallinnan piiriin on syytä selvittää.

7.5. Teknologia-arkkitehtuuri

Identiteetin- ja pääsynhallinnan teknologia-arkkitehtuuri kuvaa ne välineet, standardit ja teknologiat, joilla organisaation identiteetin- ja pääsynhallinta toteutetaan. Teknologia-arkkitehtuuri esimerkiksi kuvaa, minkälaisia teknisiä rajapintoja järjestelmät voivat käyttää asioidessaan organisaation identiteetinhallintajärjestelmän kanssa. Uusia tietojärjestelmiä hankittaessa tulee varmistaa, että järjestelmät tukevat organisaatiossa käytössä olevaa teknologia-arkkitehtuuria.

Organisaation identiteetin- ja pääsynhallinnan teknologia-arkkitehtuuriin voi esimerkiksi sisältyä

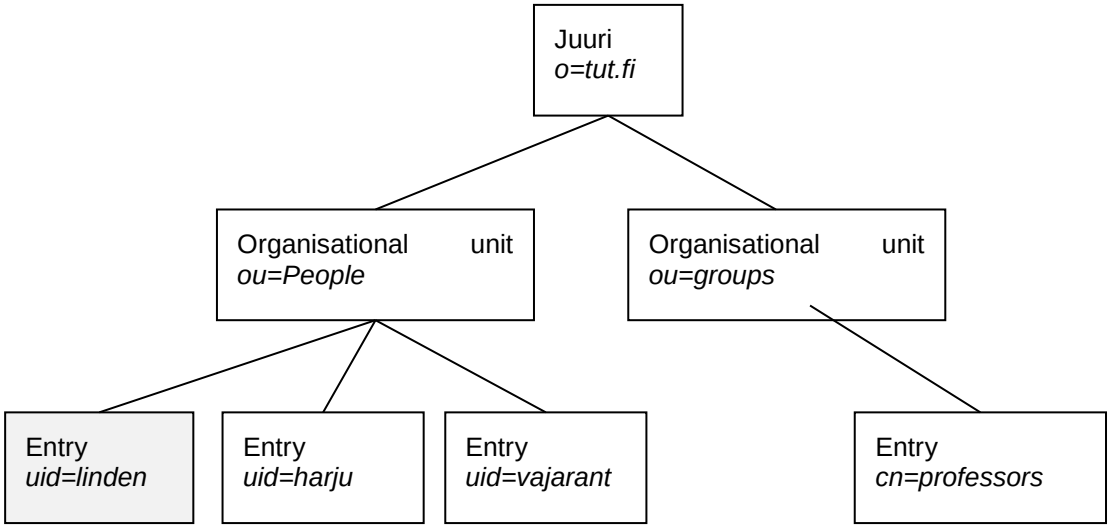
- LDAP-hakemiston käyttö palveluille tarjottavana rajapintana organisaation käyttäjätietoihin, joka mahdollistaa myös käyttäjän tunnistuksen. LDAP-hakemistosta kerrotaan lisää alla.
- Standardit, teknologiat tai tuotteet, joiden avulla käyttäjien identiteetit voidaan perustaa (provisioida) tai sulkea (deprovisioida) niissä järjestelmissä, jotka nojaavat organisaation keskitettyyn identiteetinhallintaan, mutta eivät tue yllämainittua LDAP-hakemistoa. Provisiointiin ja deprovisiointiin palataan luvussa 7.7.
- Standardit, teknologiat tai tuotteet, joita organisaatiossa käytetään kertakirjautumisen työasemaympäristössä (esim. ESSO-tuote tai Windows-toimialuekirjautuminen) tai Web-palveluissa (esimerkiksi web proxy). Kertakirjautumista käsiteltiin luvussa 4.7.
- Standardit, teknologiat tai tuotteet, joita organisaatiossa käytetään identiteetin- ja pääsynhallintaan organisaation ulkopuolisissa palveluissa. Federoituun identiteetinhallintaan palataan luvussa 8.

Usein teknologia-arkkitehtuuriin sisältyy ainakin LDAP-hakemisto, joten siihen paneudutaan seuraavassa alaluvussa hieman syvemmin.

7.6. LDAP-hakemisto

LDAP-hakemisto (Light-weight Directory Access Protocol) on laajasti käytetty standardi hakemistopalvelu identiteettitiedon tarjoamiseen sitä tarvitseville palveluille. Tavallisista tietokannoista hakemisto eroaa ennen kaikkea siinä, että se on optimoitu hakemiseen – hakemiston tietoja luetaan paljon mutta kirjoitetaan harvemmin. LDAP-hakemistosta voidaan hakea hakukriteerin täyttäviä tietueita, esimerkiksi tietyn käyttäjätunnuksen haltijan attribuutteja, joiden nimeämiseen käytettävät skeemat esiteltiin edellä luvussa 3.2. Käyttäjätietueeseen liittyy myös käyttäjän salasana, joten käyttäjä voidaan autentikoida LDAP-hakemistoa vasten.

LDAP-hakemistoon talletettu tieto on organisoitu hierarkiaksi, jossa voi olla useita tasoja. Kuvan esimerkissä (Kuva 16) juurisolmun alla on kaksi alisolmua, toinen käyttäjille (ou=people) ja toinen ryhmille (ou=groups). Varsinaiset käyttäjätietueet on koottu käyttäjäsolmun alle (uid=<*käyttäjätunnus*>). Solmujen nimeksi (RDN, Relative Distinguished Name, kuvassa kursiivilla) valitaan tietueen attribuutti, jonka arvo on yksikäsitteinen sisarsolmujensa joukossa.



Kuva 16. Esimerkki LDAP-hakemistosta

Jokainen LDAP-hakemiston solmu voidaan osoittaa sen DN-nimellä (Distinguished Name), joka koostuu solmun ja sen vanhempien RDN-arvoista. Esimerkiksi kuvan harmaan solmun DN on *uid=linden, ou=People, o=tut.fi*.

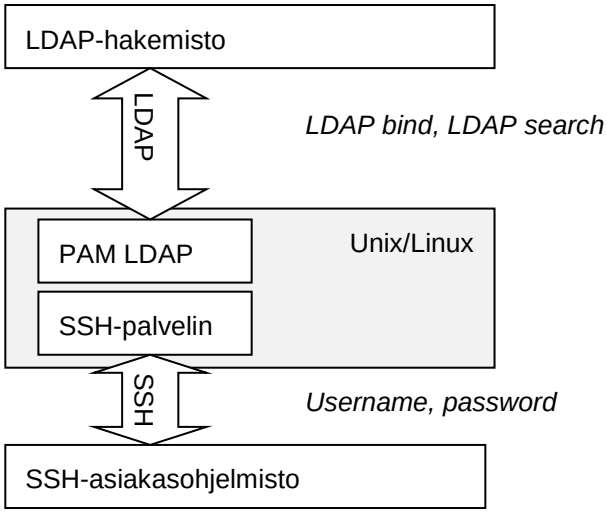
LDAP-määritysperhe määrittelee myös kuljetuskerroksen (TCP) päällä ajettavan request/response-protokollan, jolla asiakasohjelmat voivat asioida LDAP-hakemiston kanssa. Protokollan tärkeimmät viestit ovat *search*, jolla haetaan tietoja hakemistosta ja *bind*, jonka avulla hakemisto voi autentikoida käyttäjän. Koska LDAP-protokolla itsessään ei huolehdi tiedonsiirron turvallisuudesta, tunneloidaan se yleensä TLS/SSL-protokollan yli. Koska LDAP-hakemistot sisältävät henkilötietoja, niihin ei yleensä sallita liikennettä sisäverkon ulkopuolelta. Ohessa (Kuva 17) on esimerkki kahdesta LDAP-hausta ja sen tuloksena löytyneistä attribuuteista.

```
linux-ssh1.cc.tut.fi:~ % ldapsearch -x -b ou=People,o=tut.fi uid=linden
dn: uid=linden,ou=People,o=tut.fi
objectClass: eduPerson
objectClass: funetEduPerson
objectClass: inetOrgPerson
uid: linden
givenName: Mikael Juhani
sn: Linden
cn: Mikael Linden
...
linux-ssh1.cc.tut.fi:~ % ldapsearch -x -W -b ou=People,o=tut.fi -D uid=linden,ou=People,o=tut.fi uid=linden
Enter LDAP Password:
dn: uid=linden,ou=People,o=tut.fi
objectClass: eduPerson
objectClass: funetEduPerson
objectClass: inetOrgPerson
objectClass: posixAccount
uid: linden
givenName: Mikael Juhani
sn: Linden
cn: Mikael Linden
loginShell: /bin/tcsh
homeDirectory: /home/linden
...
```

Kuva 17. Esimerkki LDAP-clientista. Anonyymi (autentikoimattoman) ja autentikoitu LDAP-haku.

Esimerkiksi sähköpostiasiakasohjelmiston voi konfiguroida käyttämään LDAP-hakemistoa osoitekirjanaan, mutta tyypillinen käyttötilanne on, että käyttäjätunnistusta edellyttävä

palvelin konfiguroidaan tunnistamaan käyttäjä LDAP-hakemistoa vasten. Oheisessa kuvassa (Kuva 18) on esitetty Unix/Linux-palvelin, johon avataan komentorivi-istunto SSH Secure Shell –yhteyden ylitse. Käyttäjä syöttää käyttäjätunnuksensa ja salasanansa osana SSH-istunnon muodostamista. SSH-palvelin on konfiguroitu käyttämään Unix/Linux-käyttöjärjestelmän PAM-rajapintaa (pluggable authentication module) salasanan tarkistamiseen LDAP-hakemistosta. PAM LDAP –moduuli rakentaa käyttäjätunnuksen ja salasanan avulla tarvittavat LDAP bind ja search –pyynnöt. Jos salasana oli oikein, LDAP-hakemisto palauttaa SSH-palvelimelle komentorivi-istunnon muodostamiseen tarvittavat tiedot, kuten käyttäjän ryhmätiedot, komentotulkin ja kotihakemiston sijainnin.



Kuva 18. Unix/Linux-palvelin, joka autentikoi käyttäjän LDAP-hakemistoa vasten.

Saatavilla on runsaasti avoimen lähdekoodin LDAP-hakemistoja ja kaupallisia tuoteperheitä, joihin sisältyy LDAP-hakemisto. Muun muassa Windows-toimialueen ytimen muodostava Active Directory on LDAP-hakemisto.

7.7. Identiteetinhallintajärjestelmä

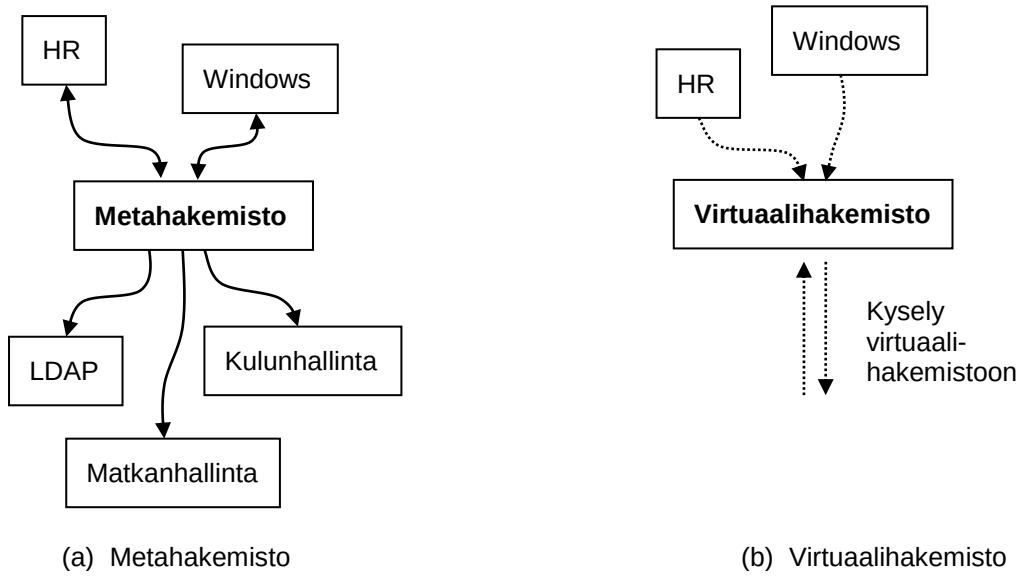
Edellisissä alaluvuissa on esitelty identiteetin- ja pääsynhallinnan kokonaisarkkitehtuuria toiminnan, tiedon, tietojärjestelmien ja teknologian näkökulmista. Alalukujen tarkoitus oli korostaa, että identiteetinhallinnan kehittämisprojektiin liittyy monenlaisia määrittely-, suunnittelu- ja johtamisasioita, eikä identiteetinhallinnan kehittämisprojektia saa siksi ajatella pelkästään teknisenä järjestelmähankkeena. Tässä luvussa tutustutaan lopulta identiteetinhallinnan tietojärjestelmään ja sen ominaisuuksiin.

Identiteetinhallintajärjestelmän (IdM-järjestelmä) voi toki toteuttaa kotikutoisesti tietokannalla, LDAP-hakemistolla ja sen ympärille ohjelmoiduilla skripteillä jne. Pienessä[10] ja yksinkertaisessa organisaatiossa tämä onkin harkinnanarvoinen vaihtoehto. 2000-luvulla tarjolle on myös tullut valmiita (pääasiassa kaupallisia)

[10] Joidenkin konsulttien mielestä kaupallisen identiteetinhallintajärjestelmän käyttöönotto ei kannata alle 500 työntekijän organisaatiossa.

identiteetinhallintatuotteita, joiden tyypillisiin ominaisuuksiin luodaan tässä katsaus. Yksittäisiä tuotteita ja niiden vertailua ei tässä tehdä[11].

Metahakemisto (metadirectory) on identiteetinhallintajärjestelmän ydin. Metahakemisto on ”hakemistojen hakemisto”, joka on konfiguroitu synkronoimaan organisaation eri käyttäjätietokantoja toisiinsa tietoarkkitehtuurin (luku 7.3) mukaisesti (Kuva 19a). Kun metahakemisto havaitsee, että perusrekisteriin on syntynyt uusi identiteetti, metahakemisto perustaa eli **provisioi** identiteetin muiden tietojärjestelmien (kohdejärjestelmät) käyttäjätietokantoihin, ja kalustaa perustetut identiteetit käyttäjän perustiedoilla ja hänelle kuuluvilla perusvaltuuksilla. Kun metahakemisto havaitsee, että identiteetin jonkun attribuutin arvo on muuttunut autoratiivisessa lähteessä, metahakemisto huolehtii, että muuttunut attribuutin arvo valutetaan myös kohdejärjestelmiin. Kun käyttäjän identiteetti perusrekisterissä suljetaan (esimerkiksi työntekijän työsuhde kirjataan päättyneeksi), metahakemisto sulkee eli **deprovisioi** käyttäjän identiteetit kohdejärjestelmissä. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi, että käyttäjän tietue poistetaan kokonaan (esim. kulunhallintajärjestelmästä) tai että käyttäjän tiedot ja tiedostot jäävät ennalleen (esim. Windows-toimialueessa), mutta käyttäjätili asetetaan tilaan, jossa kirjautuminen on estetty. Suljetut tilit poistetaan myöhemmin siivousajossa organisaation toimintakäytännön mukaisesti.



(a) Metahakemisto (b) Virtuaalihakemisto

Kuva 19. Metahakemisto (a) valuttaa muuttuneita tietoja autoratiivisista lähteistä kohdejärjestelmiin (nuolen suunta) jatkuvasti tai ajastetuilla eräajoilla. Virtuaalihakemisto (b) puolestaan selvittää tiedon ajantasaisen arvon lähdejärjestelmästä juuri sillä hetkellä, kun joku kohdejärjestelmistä kysyy sitä.

Kopioidessaan tietoja perusrekistereistä ja autoratiivisista lähteistä kohdejärjestelmiin metahakemisto tekee tiedolle tarvittavat muunnokset, jos esimerkiksi attribuuttien nimeäminen tai syntaksi ja semantiikka eivät ole samanlaiset lähde- ja kohdejärjestelmissä. Tyypillisesti metahakemisto huolehtii myös salasanasynkronoinnista: käyttäjä ohjeistetaan vaihtamaan salasanansa yhdessä keskitetyssä paikassa (esimerkiksi IdM-järjestelmän tarkoitusta varten tarjoamalla WWW-sivulla), ja metahakemisto huolehtii vaihdetun salasanan viemisestä kaikkiin kohdejärjestelmiin. Vaikka organisaatiossa ei olisi käytössä

[11] Saatavilla on kaupallisten tutkimuslaitosten tekemiä identiteetinhallintajärjestelmien säännöllisiä vertailuja, mm. Gartner: Magic Quadrant for Identity Governance and Administration.

kertakirjautumista, saadaan näin toteutettua yhden salasanan periaate. Myös organisaation IT-tuella on käyttöliittymä, josta se voi uusia käyttäjän unohtaman salasanan.

Metahakemisto siis lukee lähdejärjestelmien ja kirjoittaa kohdejärjestelmien käyttäjätietokantoja järjestelmien sovelluslogiikan ohi. Tätä varten metahakemiston tulee liittyä suoraan järjestelmien tietokantoihin. Liitynnän suorittavia ohjelmistoja kutsutaan **konnektoreiksi** (connector). Vaikka olemassa on joitain standardeja provisiointiprotokollia (esim. Service Provisioning Markup Language, SPML ja System for Cross-domain Identity Management, SCIM), sisältävät identiteetinhallintajärjestelmätuotteet yleensä suuren joukon konnektoreita, joiden avulla identiteettejä voidaan provisioida ja deprovisioida eri tuotteiden käyttäjätietokantaan.

Virtuaalihakemisto (Virtual directory) esitetään usein vaihtoehtoisena ja jossain määrin korvaavana ratkaisuna metahakemistolle. Siinä missä metahakemisto suorittaa tietojen kopiointia lähdejärjestelmistä kohdejärjestelmiin, virtuaalihakemisto (Kuva 19b) tyytyy pelkästään pitämään kirjaa autoratiivisen tiedon sisältävistä lähdejärjestelmistä. Kun virtuaalihakemistoon tehdään haku (esimerkiksi normaaliin tapaan LDAP-protokollan avulla), virtuaalihakemisto käy noutamassa tarvittavat tiedot lennossa niiden autoratiivisista lähteistä, ja muodostaa hakuun vastauksen häiritsemättä kysyjää yksityiskohdilla autoratiivisen tiedon sijainnista.

Jos käyttäjän rooli tai käyttövaltuus palvelussa voidaan johtaa suoraan lähdejärjestelmistä saatavan tiedon perusteella, pystyy metahakemisto antamaan käyttäjälle kuuluvan roolin tai käyttövaltuuden suoraan kohdejärjestelmään. Jos esimerkiksi jokaiselle työntekijälle kuuluu automaattisesti oikeus työasemakirjautumiseen ja sähköpostilaatikkoon sekä matkalaskujen tekemiseen, voidaan (ja usein myös kannattaa) työasematunnus (asiaankuuluvine käyttäjäryhmineen), sähköpostilaatikko sekä oikeus käyttää matkahallintajärjestelmään matkustajaroolissa perustaa heille automaattisesti.

Usein kuitenkin organisaation toimintakäytännöt edellyttävät, että roolin tai käyttövaltuuden myöntämisen käyttäjälle hyväksyy hänen esimiehensä, kyseisen järjestelmän omistaja tai muu vastaava henkilö. Perinteisessä toimintamallissa käyttövaltuuksien anominen on tapahtunut paperilomakkeella, jonka käyttövaltuuden hakija täyttää ja allekirjoittaa ja johon hän sitten hakee tarpeelliset hyväksynnät organisaatiossa. Sen jälkeen käyttövaltuus on toteutettu, eli pääkäyttäjä on käynyt luomassa henkilölle käyttövaltuuden järjestelmään. Lopuksi lomake on arkistoitu mappiin jäljitettävyyden toteutumiseksi. Identiteetinhallintajärjestelmä sisältää usein tämän prosessin sähköistämisen mahdollistavan välineen, jota kutsutaan **työnkuluksi** (workflow). Käyttövaltuuden hakija ei täytäkään paperista lomaketta, vaan kirjautuu identiteetinhallintajärjestelmän työnkulkuvälineeseen, yksilöi hakemansa roolin tai käyttövaltuuden, perustelee hakemuksensa sanallisesti WWW-lomakkeella ja lähettää lomakkeen eteenpäin. Sähköinen lomake kiertää sille määritellyn hyväksymisketjun, jossa hyväksynnät annetaan niin ikään sähköisesti. Lopuksi rooli tai valtuus toteutetaan ja hakemus arkistoidaan myöhempiä raportointitarpeita varten. Toteuttaminen voi tapahtua joko täysin automaattisesti, jolloin metahakemisto huolehtii roolin tai valtuuden syntymisestä kohdejärjestelmään, tai toteuttaminen voi edellyttää ihmisen väliintuloa. Jälkimmäisessä tapauksessa työnkulku synnyttää esimerkiksi palvelupyynnön (tiketin), johon järjestelmän pääkäyttäjä reagoi. Työnkulkujärjestelmän käytön voi laajentaa edelleen koskemaan myös materiaalisia hakemuksia, esimerkiksi matkapuhelinta tai etätyöyhteyttä.

Tyypillisesti identiteetinhallintajärjestelmät sisältävät myös välineet organisaation edellyttämien, käyttäjiä, käyttäjien rooleja ja käyttövaltuuksia koskevien **raporttien tuottamiseen** (luku 6.2) identiteetinhallintajärjestelmän piirissä olevista tiedoista. Esimiehet voidaan lisäksi esimerkiksi pakottaa aktiivisesti vahvistamaan vuosittain, että heidän aikaisemmin myöntämänsä käyttövaltuudet ovat edelleen voimassa (attestointi). Näin pyritään vähimmän käyttövaltuuden periaatteen mukaisesti siivoamaan pois henkilöille kertyneet, tarpeettomiksi käyneet käyttövaltuudet.

Luvussa 5.3 käsiteltiin rooliin perustuvaa käyttövaltuuksien hallintaa, joka on muuttunut organisaatioiden identiteetin ja käyttövaltuuksien hallinnan valtavirraksi. Identiteetinhallintatuotteisiin on kehitetty toiminnallisuuksia, joilla pyritään tukemaan organisaation **roolien elinkaaren hallintaa**. Ennen kuin rooli voidaan antaa kenellekään käyttäjälle, täytyy rooli perustaa, määritellä ja sille nimetä omistaja. Roolin elinkaareen kuuluu lisäksi roolien antaminen ja poistaminen käyttäjiltä, rooliin liittyvät muutokset, raportit ja roolin poistaminen.

Vaikka identiteetinhallintajärjestelmien toteuttajat ponnistelevatkin järjestelmiensä helppokäyttöisyyden kehittämiseksi, identiteetinhallintajärjestelmien käyttöönotto on usein varsin työläs projekti, jossa ensin suunnitellaan organisaation identiteetinhallinta-arkkitehtuuri, ja sen jälkeen identiteetinhallintajärjestelmä rakennetaan identiteetinhallinta-arkkitehtuurin mukaiseksi. Eri lähteistä saatavien tietojen mukaan identiteetinhallinta-projektin kuluista 25-30% muodostuu käytettävän identiteetinhallintajärjestelmän tuotelisensseistä, ja loput määrittelyyn, suunnitteluun, toteutukseen ja testaukseen kuluvasta työstä.

7.8. Pohdittavaa

- Kenelle organisaation identiteetinhallinta-arkkitehtuurin suunnitteluvastuu kuuluu? Tietohallinnolle? Henkilöstöhallinnolle? Jollekin muulle?
- Tietoarkkitehtuuriin liittyen todettiin, että organisaatiossa saattaa olla useita perusrekistereitä, ja sama tosielämän henkilö voi esiintyä useassa perusrekisterissä. Sama henkilö esimerkiksi voi olla sekä korkeakoulun opiskelija- että henkilökuntarekisterissä. Miten tällainen tilanne voidaan käytännössä tunnistaa? Jääkö jotain ongelmia vielä ratkaisematta?
- Identiteetinhallintajärjestelmän itsensä tietoturvallisuudesta huolehtiminen on mitä ilmeisimmin tärkeää. Minkälaisia luottamuksellisuus-, eheys- ja saatavuus-vaatimuksia identiteetinhallintajärjestelmään kohdistuu? Minkälaisia toimenpiteitä identiteetinhallintajärjestelmän suojaamiseksi voidaan tehdä?

8. Federoitu identiteetinhallinta

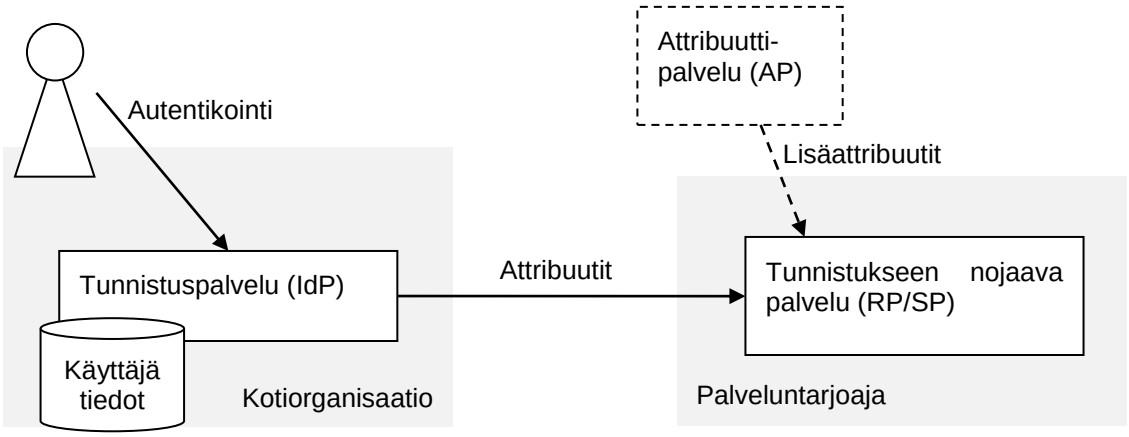
Edellisessä luvussa tarkasteltiin tilannetta, jossa käyttäjän identiteettiä ja identiteettiin nojaavia tietojärjestelmiä hallinnoi yksi ja sama organisaatio. Verkottuneessa ja verkostoituneessa yhteiskunnassa on kuitenkin yhä enemmän käyttötilanteita, joissa käyttäjän identiteettiä hallinnoi eri organisaatio kuin palvelua, joka nojaa käyttäjän identiteettiin. Tyypillinen tilanne on, että organisaation työntekijä joutuu osana työtehtäviään kirjautumaan organisaatiolle palveluja toimittavan toisen organisaation järjestelmiin, esimerkiksi extranet- tai SaaS-palveluun. Myös kuluttajapalveluissa erilaiset ”kirjaudu Facebookilla” –napit ovat yleistyneet.

Tässä luvussa käydään ensin läpi federoidun identiteetinhallinnan peruskäsitteitä, hyötyjä ja tekniikoita. Organisaatiokeskeisen federoidun identiteetinhallinnan vastakohtana esitellään käyttäjäkeskeinen federoitu identiteetinhallinta, jossa käyttäjä ei käytä palveluita minkään tietyn organisaation edustajana.

8.1. Peruskäsitteet

Federoidun identiteetinhallinnan peruskomponentit ovat

- Tunnistuspalvelu (Identity Provider, IdP), joka on palvelin, joka kirjautumishetkellä suorittaa käyttäjän tunnistamisen eli autentikoinnin. Samalla tunnistuspalvelin luovuttaa käyttäjän attribuutteja tunnistukseen nojaavalle palvelulle.
- Tunnistukseen nojaava palvelu (Relying Party, RP tai Service Provider, SP), joka on palvelin, joka nojaa pääsynvalvonnassaan tunnistuspalvelun suorittamaan käyttäjätunnistukseen ja tunnistuspalvelusta saataviin käyttäjän attribuutteihin. Tunnistukseen nojaava palvelu on se ”varsinainen” sovellus, joka tarvitsee käyttäjän tunnistusta.



Kuva 20. Federoidun identiteetinhallinnan perustoimijat ovat tunnistuspalvelu (IdP), jonka omistaa käyttäjän kotiorganisaatio ja tunnistukseen nojaava palvelu (RP/SP), jonka omistaa palveluntarjoaja.

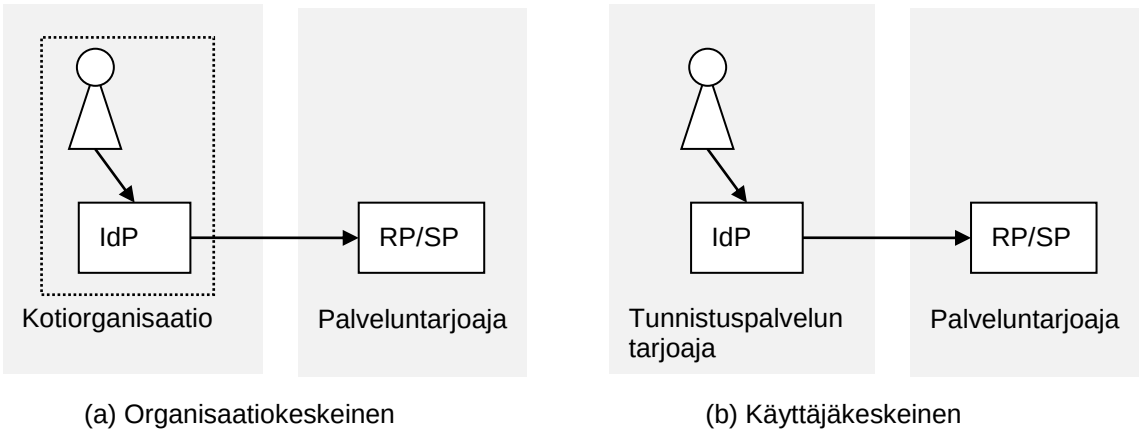
Oheinen kuva (Kuva 20) selventää tilannetta. Käyttäjän tunnistuksen esimerkiksi käyttäjätunnuksella ja salasanalla suorittaa tunnistuspalvelu, joka tunnistuksen suoritettuaan ojentaa käyttäjän tarpeelliset attribuutit standardin protokollan avulla

tunnistukseen nojaavalle palvelulle, joka tekee pääsynvalvontapäätöksen[13]. Federoidulle identiteetinhallinnalle on leimallista, että tunnistuspalvelu ja tunnistukseen nojaava palvelu ovat eri organisaatioiden hallinnassa.

Lähtökohta on, että käyttäjän perustiedot saadaan kirjautumishetkellä tunnistuspalvelusta. Tunnistukseen nojaava palvelu voi toki säilöä paikallisesti käyttäjään liittyviä lisäattribuuteja, kuten hänen profiilinsa ja asetuksensa palvelussa. Jos tarkoituksenmukaista on, että käyttäjään liittyviä lisäattribuutteja ylläpidetään keskitetysti kotiorganisaation ulkopuolella, voidaan tunnistuspalvelun ja tunnistukseen nojaavan palvelun lisäksi ajatella kolmanneksi palvelutyypiksi attribuuttipalvelu (Attribute Provider, AP), joka ylläpitää ja antaa tunnistuspalvelun tunnistamille käyttäjille kuuluvia lisäattribuutteja tunnistukseen nojaaville palveluille.

8.2. Organisaatiokeskeinen ja käyttäjäkeskeinen federoitu identiteetinhallinta

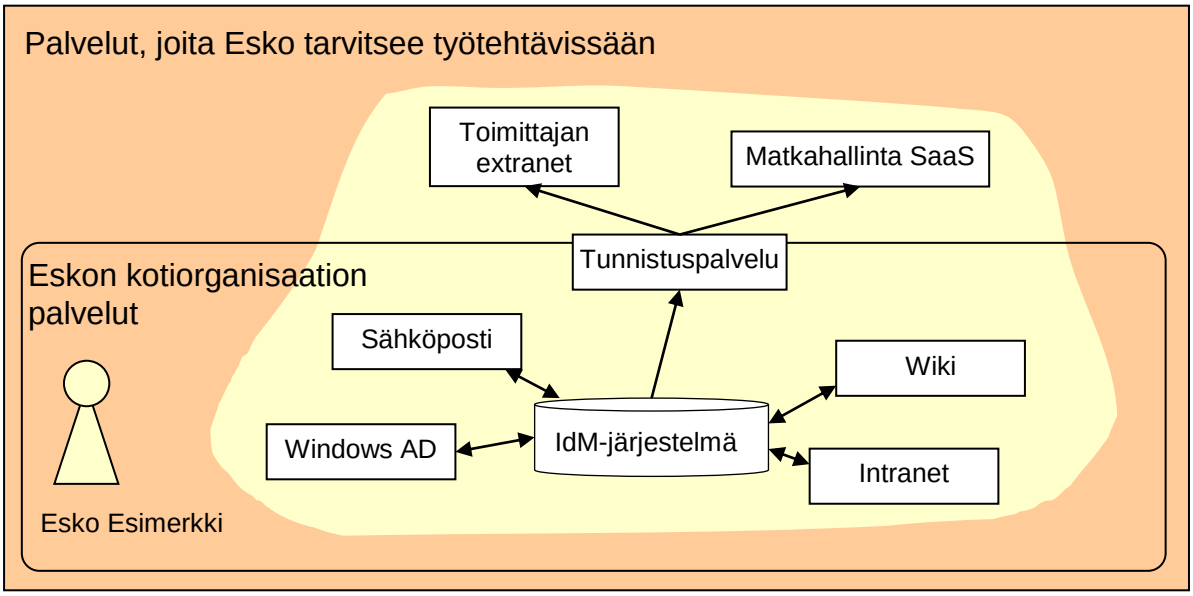
Federoitua identiteetinhallintaa voidaan toteuttaa organisaatiokeskeisesti (organisation centric) tai käyttäjäkeskeisesti (user centric). Oheinen kuva selventää näiden kahden toimintamallin eroja.



Kuva 21. Organisaatiokeskeisessä federoidussa identiteetinhallinnassa käyttäjä kirjautuu tunnistukseen nojautuvaan palveluun kotiorganisaationsa edustajana.

Organisaatiokeskeisessä federoidussa identiteetinhallinnassa leimallista on käyttäjän vahva sidos siihen organisaatioon, joka vastaa tunnistuspalvelusta. Organisaatiokeskeisessä identiteetinhallinnassa tätä organisaatiota kutsutaan **kotiorganisaatioksi**. Käyttäjä voi esimerkiksi olla kotiorganisaation työntekijä tai muu sisäinen käyttäjä, ja kirjautuessaan tunnistukseen nojaavaan palveluun hän edustaa kotiorganisaatiotaan ja rooliaan siellä. Kotiorganisaatio vastaa käyttäjän ensitunnistuksen, sähköisen tunnistuksen ja luovutettavien attribuuttien ajantasaisuudesta. Kun käyttäjän side kotiorganisaatioon katkeaa (esimerkiksi työsuhde päättyy), kotiorganisaatio huolehtii tunnuksen sulkemisesta.

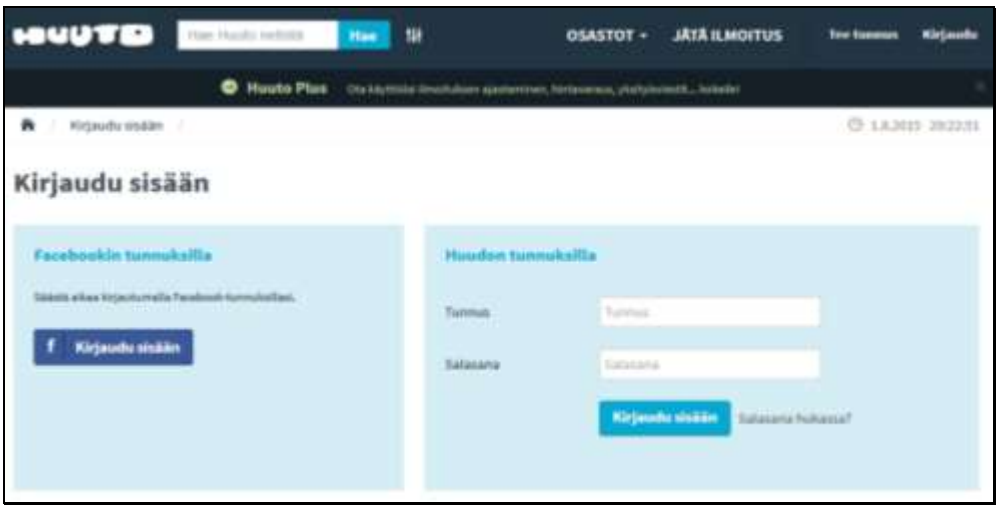
[13] Federoidussa identiteetinhallinnassa transaktio (autentikointi, attribuuttien luovutus ja pääsynvalvontapäätös) tapahtuu siis kirjautumishetkellä. Luvun 3.1 termien valossa pitäisikin oikeastaan puhua federoidusta pääsynhallinnasta, mutta federoitu identiteetinhallinta on terminä vakiintuneempi.



Kuva 22. Organisaatiokeskeinen federoitu identiteetinhallinta. Keltainen alue kuvastaa yhden identiteetin kattavuutta.

Oheinen kuva selkeyttää organisaatiokeskeistä federoitua identiteetinhallintaa käyttäjän näkökulmasta. Esko Esimerkki tarvitsee työtehtäviensä hoitamiseen erilaisia tietojärjestelmiä, joista osa on organisaation itsensä hallinnoimia ja osa muiden organisaatioiden palveluita. Eskolla saattaa olla esimerkiksi tarve kirjautua toimittajan extranet-palveluun tekemään tilauksia, tai Eskon kotiorganisaatio on saattanut ostaa matkalaskujen hallinnan SaaS-palveluna. Tällöin tunnistuspalvelu toimii porttina organisaation ulkopuolisiin palveluihin, ja tunnistuspalvelu suorittaa käyttäjän tunnistamisen ja noutaa hänen attribuuttinsa käyttäjän IdM-järjestelmästä (luku 7).

Käyttäjäkeskeisessä federoidussa identiteetinhallinnassa käyttäjä ei kirjaudu palveluun tunnistuspalvelusta vastaavan organisaation edustajana, eikä kotiorganisaation käsitettä käytetä. Tunnistuspalvelu on tyypillisesti käyttäjän valitsema kuluttajapalvelu, jonka tarjoaa esimerkiksi hänen pankkinsa tai teleoperaattorinsa.



Kuva 23. Esimerkki verkkopalvelusta, joka on ottanut käyttäjäkeskeisen federoidun tunnistamisen (vasemmalla) palvelun sisäisen käyttäjätunnuksen/salasanan (oikealla) rinnalle. Kuva: Huuto.net.

Viime vuosina Internetissä on yleistynyt palvelumalli, jossa kaupallinen toimija (esimerkiksi Google tai Facebook, Kuva 23) tarjoaa tunnistuspalvelun kuluttajille näennäisen ilmaiseksi, ja varsinainen kannattava liiketoiminta perustuu käyttäjien profilointiin ja sen perusteella heille kohdistettavaan mainontaan. On hyvä muistaa, että tällöin tunnistuspalvelun tarjoamien identiteettien ja attribuuttien luotettavuus on usein matala, koska ne tavallisesti perustuvat käyttäjän itse rekisteröimiin käyttäjätietoihin ja –tunnuksiin.

Käyttäjäkeskeinen identiteetinhallinta ei tarjoakaan aina vahvaan ensitunnistukseen perustuvaa identiteettiä. Sen sijaan monet palvelut kokevat hyötyvänsä jo siitä, että käyttäjältä poistetaan tarve rekisteröityä palveluun ja perustaa sinne erillinen käyttäjätili. Jos palvelua ei haittaa, että siihen rekisteröityy suoraan Aku Ankka –pseudonyymiä käyttävä henkilö, lienee palvelulle yhdentekevää, jos siihen suorittaa federoidun kirjautumisen Aku Ankka –niminen käyttäjä.

8.3. Federoidun identiteetinhallinnan hyötyjä

Federoidun identiteetinhallinnan hyödyt noudattavat pitkälti luvussa 2 esiteltyjä identiteetin- ja pääsynhallinnan kehittämisen hyötyjä.

Tietoturvaa kohentavia hyötyjä ovat

- Käyttäjän **käyttäjätunnus ja salasana eivät koskaan käy** tunnistukseen nojaavassa palvelussa, koska käyttäjätunnus ja salasana annetaan aina ja vain tunnistuspalvelulle. Niinpä nojaavaan palveluun murtautumisesta ei voi seurata käyttäjätunnusten ja salasanojen vuotaminen Internetiin, mikä loisi hyökkääjille edellytykset kokeilla samojen käyttäjätunnusten ja salasanojen sopimista muihin palveluihin.
- Koska käyttäjällä on vain yksi käyttäjätunnus ja salasana, jolla hän kirjautuu tunnistuspalveluun, voidaan **salasanaan kohdistaa tiukempia laatuvaatimuksia**. Salasana voi esimerkiksi olla pidempi ja sille voidaan pakottaa vaihtumisväli. Siitä huolimatta voidaan kohtuudella olettaa, että käyttäjän ei tarvitse kirjoittaa salasanaa ylös.
- Jos salasanatunnistus halutaan korvata vahvemmalla tunnistuksella, **vahvan tunnistuksen käyttöönotto voidaan tehdä keskitetysti** tunnistuspalvelussa. Näin vahva tunnistus saadaan kaikkien nojaavien palveluiden ulottuville kertaheitolla ilman, että nojaaviin palveluihin tarvitsee tehdä muutoksia.
- Jos käyttäjän kirjautuminen palveluihin tapahtuu aina keskitetyn tunnistuspalvelun kautta, **jäljitettävyys- ja raportointi helpottuu**. Jos on esimerkiksi syytä epäillä, että käyttäjätili on joutunut tunkeutujan haltuun, voidaan tunnistuspalvelun lokeista selvittää, missä kaikissa palveluissa varastettua identiteettiä on käytetty.

Organisaatiokeskeisessä federoidussa identiteetinhallinnassa voidaan saada lisäksi seuraavat tietoturvahyödyt:

- Käyttäjän **käyttäjätunnuksen sulkeminen kotiorganisaatiossa** sulkee käyttäjän pääsyn tunnistukseen nojaaviin palveluihin. Riittää siis, että esimerkiksi työsuhteen päättyessä kotiorganisaatio muistaa sulkea käyttäjätunnuksen IdM-järjestelmässään, eikä käyttäjätunnusta tarvitse erikseen muistaa sulkea jokaisessa tunnistukseen nojaavassa palvelussa.

- Tunnistuspalvelu voidaan **sijoittaa kotiorganisaation sisäverkkoon**, jossa se ei ole lainkaan näkyvissä sisäverkon ulkopuolelle. Näin hyökkäyksille altistuva hyökkäyspinta vähenee. Hyökkääjän pitää ensin onnistua tunkeutumaan sisäverkkoon, ennen kuin hän voi yrittää kirjautumista tunnistukseen nojaavaan palveluun.

Tehokkuutta kohentavia hyötyjä ovat

- Käyttäjän **ei tarvitse muistaa montaa käyttäjätunnus/salasana-paria**, mikä vähentää unohtuneiden salasanojen muisteluun ja selvittelyyn kuluvaa aikaa.
- Vastaavasti unohtuneiden **salasanojen nollaamiseen IT-tuessa** kuluva aika vähenee.
- Saman käyttäjän **päällekkäisten käyttäjätietojen ylläpitäminen vähenee**, kun tunnistukseen nojaava palvelu saa ajantasaiset käyttäjätiedot tunnistuspalvelusta.

Lisäksi federoitu käyttäjätunnistus saattaa osaltaan luoda edellytyksiä järjestää organisaation toimintoja uudella tavalla. Organisaatiokeskeisen federoidun tunnistamisen ansiosta palveluja on esimerkiksi helpompi ulkoistaa (Software as a Service, pilvipalvelut), kun palvelun ulkoistaminen ei edellytä uusien käyttäjätunnus/salasana-parien antamista käyttäjille.

8.4. Luottamus ja luottamusmallit

Ehkä suurimpia federoidun identiteetinhallinnan haasteita on organisaatioiden välinen luottamus. Luottamuksella tarkoitetaan sitä **laajuutta, jossa toimija on halukas olemaan tietyssä asiassa riippuvainen toisesta toimijasta ja kokee olonsa suhteellisen turvalliseksi, vaikka olemassa on myös mahdollisuus negatiivisesta seurauksesta**. Toisin sanoen:

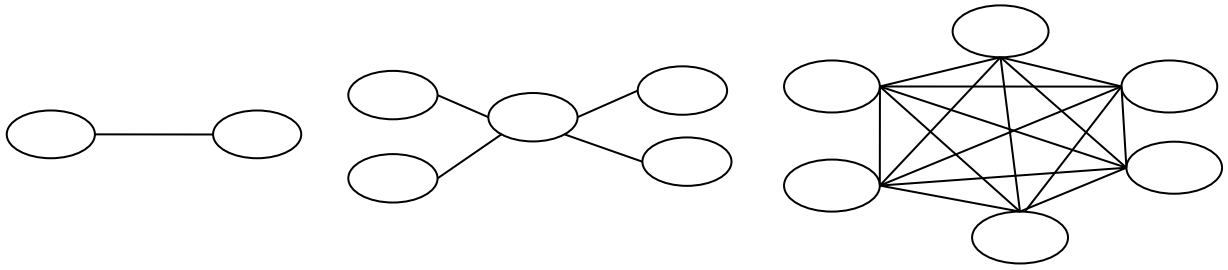
- On olemassa mahdollisuus negatiivista seuraamuksista (eli riski),
- Luottava taho on riippuvainen luottamuksen kohteesta,
- Luottava taho kokee riippuvuussuhteesta huolimatta tilansa suhteellisen turvalliseksi,
- Luottava taho ei pysty kontrolloimaan luottamuksen kohdetta, ja
- Luottamus liittyy tiettyyn asiaan (esimerkiksi identiteetinhallintaan muttei lentokoneen ohjaamiseen).

Koska tunnistuspalvelua ja tunnistukseen nojaava palvelua ylläpitävät eri organisaatiot, nousee keskeiseen asemaan kysymys organisaatioiden välisestä luottamuksesta.

- Tunnistukseen nojaavan palvelun tulee luottaa, että tunnistuspalvelu on **tunnistanut käyttäjän riittävän luotettavalla tavalla**. Riittävä luotettavuus riippuu nojaavasta palvelusta – mitä sensitiivisempi palvelu on, sitä luotettavammin käyttäjä tulee tunnistaa. Tunnistuksen luotettavuutta ja sitä kuvaavia viitekehyksiä käsiteltiin luvussa 4.3. Voidaan ajatella, että yksi tunnistuspalvelun nojaavalle palvelulle ojentamista attribuuteista on tieto suoritetun käyttäjätunnistuksen varmuudesta.
- Tunnistukseen nojaavan palvelun tulee luottaa, että tunnistuspalvelun sille ojentavat **attribuutit ovat oikein ja ajan tasalla**. Nojaavan palvelun tekemä pääsynvalvontapäätös saattaa nojata käyttäjän attribuutteihin.
- Tunnistuspalvelun tulee luottaa siihen, että tunnistukseen nojaava palvelu **ei loukkaa käyttäjän yksityisyyttä** käsitellessään tunnistuspalvelun sille ojentamia attribuutteja. Koska käyttäjän attribuutit täyttävät yleensä henkilötiedon määritelmän, voidaan myös

tunnistuspalvelua pitää osaksi vastuullisena mahdollisesta tietomurrosta tai muusta tietosuojaongelmasta tunnistukseen nojaavassa palvelussa. Tietosuojalakeja käsitellään lisää luvussa 9.

Osapuolet joutuvat hallitsemaan riskiä siitä, että vastapuoli ei ole siihen kohdistetun luottamuksen arvoinen. Keskeinen tapa hallita riskiä on sopia osapuolten kesken niistä oikeuksista ja velvollisuuksista, joita federoituun identiteetinhallintaan liittyy. Sopimus sisältää paitsi teknisiä asioita (esimerkiksi käytettävät protokollat, varmenteet ja attribuuttien skeema), myös toimintakäytäntöihin liittyviä asioita (esimerkiksi tunnistuksen luotettavuudelle ja attribuuttien ajantasaisuudelle ja palvelun saatavuudelle asetettavat vaatimukset). Oheinen kuva (Kuva 24) havainnollistaa erilaisia malleja rakentaa osapuolten väliset luottosuhteet.



(a) Kahdenvälinen luottamus

(b) Keskitetty luottamusverkosto

(c) Monenkeskinen luottamusverkosto

Kuva 24. Luottamusmallit

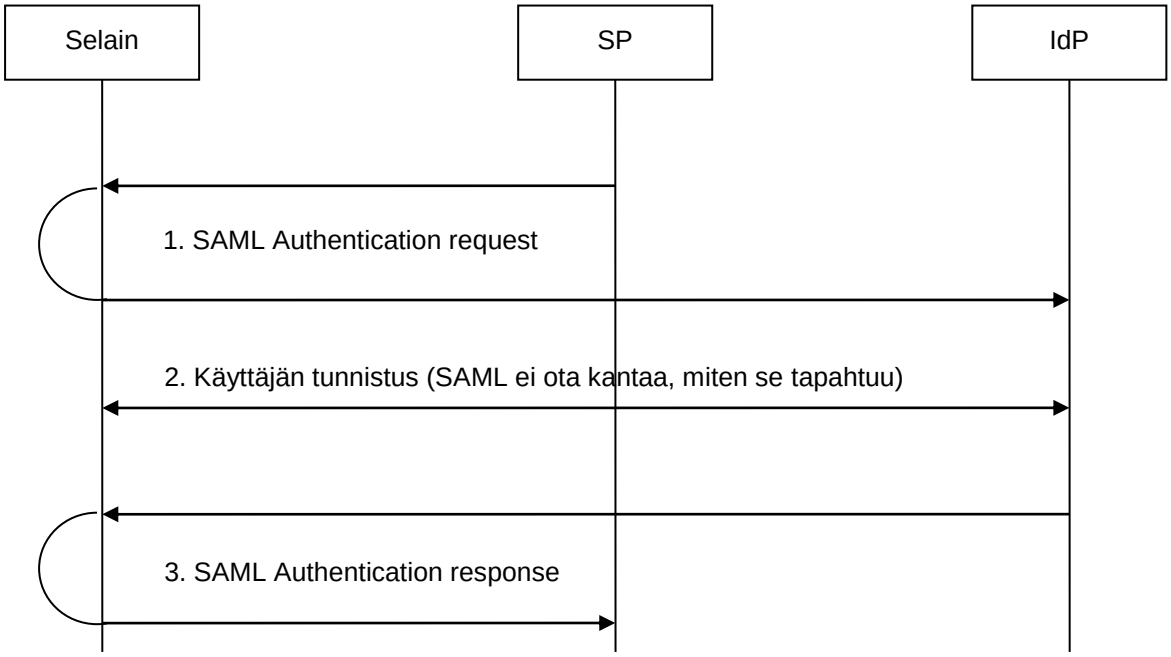
Kuvan (a)-kohdassa kaikki luottamussuhteet perustuvat suoriin kahdenvälisiin järjestelyihin. Palveluntarjoaja ja kotiorganisaatio sopivat kahdenvälisesti federoidun tunnistuksen käyttöön liittyvistä vastuista ja järjestelyistä. Tämä vaihtoehto soveltuu käytettäväksi esimerkiksi organisaatiokeskeisessä federoidussa tunnistuksessa silloin, kun federoitu tunnistus liittyy kotiorganisaation palveluntarjoajalta ostamaan palveluun (esim. SaaS-palvelu), josta laaditaan joka tapauksessa kahdenvälinen sopimus. Tällöin sopimus voi kattaa myös federoituun tunnistukseen liittyvät asiat.

Jos kotiorganisaatioita ja palveluntarjoajia on paljon, saattaa luottamusverkostomainen toimintatapa helpottaa toimintaa. Luottamusverkostossa on useita tunnistuspalvelun ja tunnistukseen nojaavien palveluiden tarjoajia, jotka ovat yhdessä ottaneet käyttöön federoituun identiteetinhallintaan perustuvan käyttäjätunnistuksen ja sopineet siihen liittyvistä vastuista ja järjestelyistä. Luottamusverkosto saattaa olla sopimuksellisessa ja/tai teknisessä mielessä keskitetty, eli rakentua luottamusverkostoa operoivan keskusorganisaation ympärille (kuvan (b)-kohta). Luottamusverkosto voi olla myös täysin hajautettu (kuvan (c)-kohta).

8.5. SAML 2.0 -tekniikka

Organisaatiokeskeisen federoitun identiteetinhallinnan tunnetuin teknologia WWW-ympäristössä on SAML (Security Assertion Markup Language), jonka versiosta 2.0 on saatavilla lukuisia kaupallisia ja avoimen lähdekoodin toteutuksia. SAML on XML-pohjainen kieli (määrittelee oikein muodostettujen SAML-sanomien syntaksin ja semantiikan) ja protokolla (määrittelee, kuinka pyyntöihin vastataan vastauksilla) tietoturvallisuutta koskevien väittämien (assertion, claim) välittämiseen.

SAML-sanomien kuljettaminen (sidos, engl. binding) tapahtuu yleensä WWW-selaimen välityksellä, jolloin SAML-sanoma lastataan selaimen tekemän http POST –pyynnön sisältöön tai http redirect –pyynnön URL-osoitteen loppuun. SAML-sanomien eheys voidaan taata XML-allekirjoituksella ja luottamuksellisuus XML-salauksella.



Kuva 25. SAML-protokollan yleisin käyttötilanne on WWW-kirjautuminen.

Oheinen viestisekvenssikaavio (Kuva 25) kuvaa SAML-teknologian tavallisimman käyttötilanteen, joka on SAML Authentication Request protocol, joka nojaa selaimen välittämään http POST ja redirect -sidokseen. Huomaa, kuinka protokolla käyttää loppukäyttäjän selainta SAML-sanomien kuljettamiseen IdP- ja SP-palvelimen välillä. SAML-määritys kutsuu tunnistukseen nojaavaa palvelinta Service Provideriksi (SP).

1. Käyttäjä on painanut ”kirjaudu sisään” –nappulaa www-sivulla, ja SP tulostaa käyttäjän selaimeen http-vastauksen, joka komentaa selaimen uudelleenohjautumaan (http redirect) IdP-palvelimelle. Uudelleenohjauksen URL-häntä (query string) sisältää SAML Authentication Request –sanoman.
2. Tämän jälkeen IdP suorittaa käyttäjän tunnistuksen tavalla, jota SAML ei määrittele. Käyttäjä voi esimerkiksi tunnistautua IdP-palvelimelle salasanalla, varmenteella, tai IdP-palvelin voi nojata vaikkapa työaseman Windows-toimialuekirjautumiseen. Jos IdP-palvelin on jo tunnistanut käyttäjän, ei loppukäyttäjää tarvitse häiritä lainkaan, vaan hän pääsee nauttimaan kertakirjautumisesta (usein käyttötapausta kutsutaankin tämän vuoksi SAML Web Single sign-on –käyttötapaukseksi).
3. IdP-palvelin muodostaa SAML Authentication response –sanoman ja sisällyttää siihen käyttäjän yksilöivän tunnisteen ja tarpeellisen määrän hänen attribuuttejaan, sekä muun muassa tiedon käyttäjätunnistuksen suorittajasta, suoritustavasta ja -hetkestä. Vastaus allekirjoitetaan digitaalisesti, tarvittaessa salataan ja lähetetään lopuksi selaimeen. Selain välittää saamansa sivun SP:lle http POST –metodilla. SP varmistaa saamansa SAML-sanoman aitouden ja eheyden ja poimii sanomasta käyttäjän attribuutit.

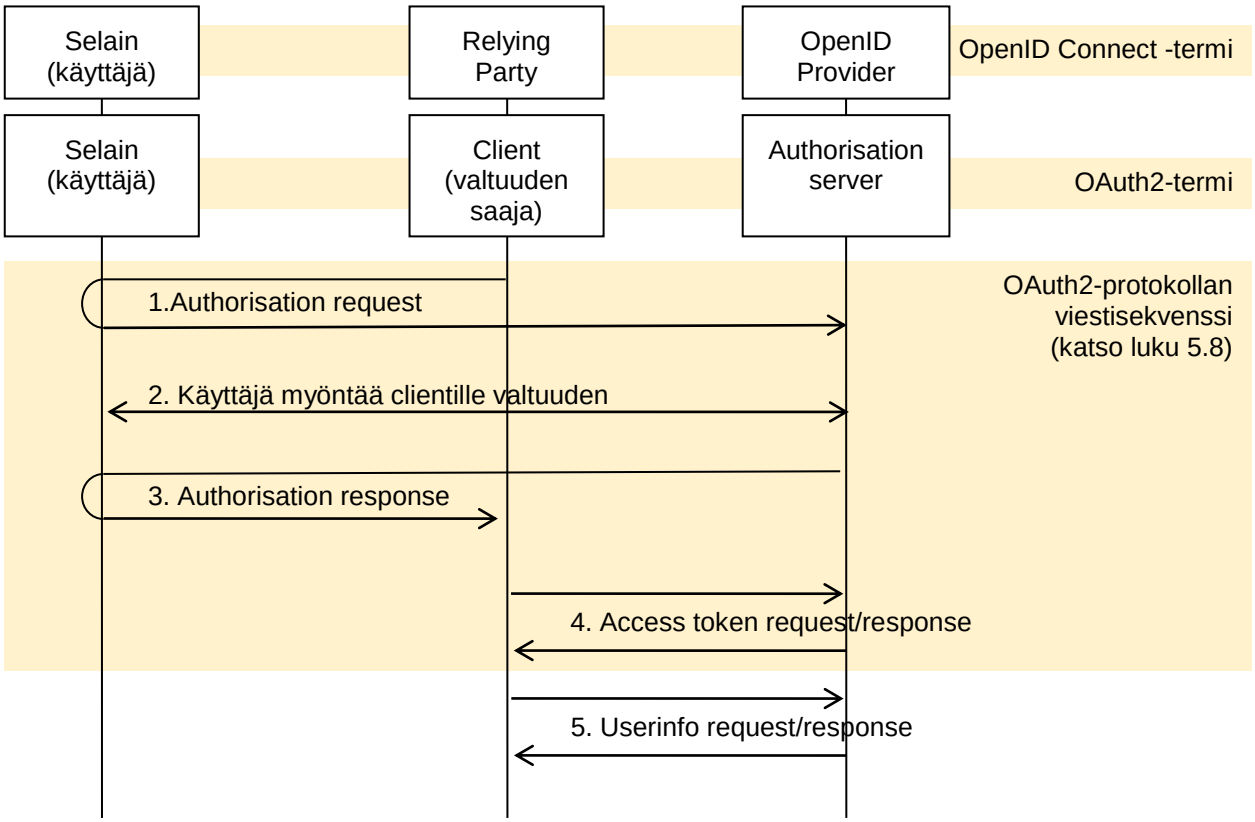
SAML on siis lähinnä pääsynvalvontaa tukeva protokolla, jota käytetään käyttäjän tunnistuksen ”federoimiseen” hänen kotiorganisaatiostaan tunnistukseen nojaavaan palveluun. Käyttäjän tunnistuksen, tunnistetusta käyttäjästä siirrettävien attribuuttien ja tunnistetusta käyttäjästä palveluun mahdollisesti aikaisemmin talletettujen tietojen (kuten käyttövaltuuksien) perusteella tunnistukseen nojaava palvelu tekee pääsynvalvonta-päätöksensä.

On hyvä huomata, että SAML-teknologiaa ei ole tarkoitettu käyttäjän identiteettien ja käyttövaltuuksien provisiointiin ja deprovisiointiin kotiorganisaatiosta käsin palveluihin. SAML-teknologian avulla kotiorganisaatio ei voi esimerkiksi järjestää joka yö tapahtuvaa eräajoa, jossa palveluun perustetaan uusien käyttäjien käyttäjätunnukset ja käyttövaltuudet, ja organisaatiosta poistuneiden käyttäjien käyttövaltuudet suljetaan. Tämän toteuttamiseen soveltuvia teknologioita ovat esimerkiksi SPML (Service Provisioning Markup Language) ja SCIM (System for Cross-domain Identity Management). SAML-teknologia nojaa myös vahvasti http-protokollan ominaisuuksiin, mikä on ongelmallista muille kuin selainpalveluille, kuten matkapuhelinten natiivisovelluksille.

Lisätietoa:
www.oasis-open.org/committees/security/

8.6. OpenID Connect –protokolla

OpenID Connect –protokolla on saavuttanut suosiota erityisesti käyttäjäkeskeisessä federoidussa identiteetinhallinnassa. Toisin kuin SAML, se perustuu sovelluskehittäjien nykyisin suosimiin JSON, JWT ja REST –tekniikoihin ja soveltuu myös käyttötilanteisiin, jossa päätelaite on esimerkiksi mobiililaitteen natiivisovellus.



Kuva 26. OpenID Connect –protokollan viestisekvenssi perustuu OAuth2-protokollaan.

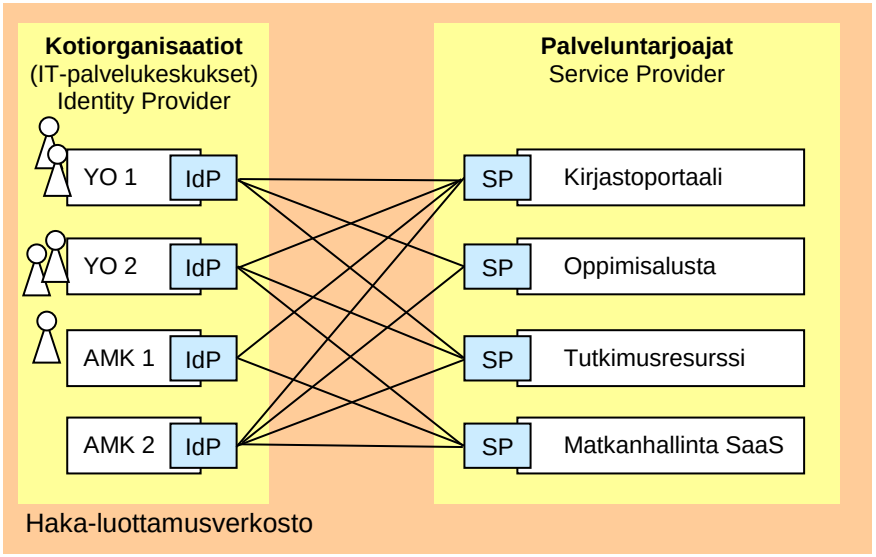
OpenID Connect perustuu vahvasti OAuth2-protokollaan, joka esiteltiin luvussa 5.8. Siinä missä OAuth2-protokolla tarjoaa abstraktin pääsyn Authorisation serverin suojaamaan ”resurssiin”, OpenID Connect täsmentää että ”resurssi” on käyttäjän autentikoitu identiteetti, johon voidaan yhdistää erivahvuinen tunnistus (luku 4.3) ja käyttäjää kuvailevia attribuutteja (joiden nimitys OpenID Connectissa on claim). Samalla client on nimetty uudelleen Relying Partyksi ja Authorisation server OpenID Provideriksi. Resource provider -palvelinta ei tarvita. Oheinen kuva (Kuva 26) esittää OpenID Connectin tavallisimman viestisekvenssin.

Viestisekvenssikaavion kohdat 1-4 ovat samat kuin OAuth2:ssa. Viestissä 1 scope-parametrillä Relying Party ilmaisee, mitä käyttäjän attribuutteja se tarvitsee. OpenID Connectin merkittävin laajennus OAuth2-protokollaan on, että viestissä 4 palautetaan Access tokenin rinnalla myös ID token, joka sisältää OpenID Providerin suorittamaan autentikointiin liittyvää tietoa, kuten käyttäjän yksilöivän tunnisteen, autentikointihetken sekä tiedon tunnistuksen varmuudesta. Viestisekvenssikaavion viestin 5 avulla Relying Party voi vielä hakea Access tokenin perusteella lisää attribuutteja tunnistetusta käyttäjästä.

Lisätietoa: http://openid.net/connect

8.7. Esimerkkejä federoidun identiteetinhallinnan palveluista

Haka on Suomen korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten yhteinen käyttäjätunnistus-järjestelmä, joka nojaa SAML 2.0 –teknologiaan. Opiskelija, opettaja tai tutkija käyttää kotikorkeakoulunsa käyttäjätunnusta ja salasanaa kirjautuessaan Haka-tunnistukseen nojaaviin palveluihin, kuten oppimisalustoihin, korkeakoulukirjastojen sähköisiin palveluihin, tutkimusresursseihin ja talous- ja henkilöstöhallinnon palveluihin. Samalla kotikorkeakoulun tunnistuspalvelu ojentaa tunnistukseen nojaavalle palvelulle tämän käyttäjästä tarvitsemat attribuutit, kuten nimen, yhteystiedot ja hänen roolinsa kotikorkeakoulussaan.



Kuva 27. Haka-käyttäjätunnistusjärjestelmä perustuu korkeakoulujen muodostamaan luottamusverkostoon.

Haka-luottamusverkostoa operoi Tieteen tietotekniikan keskus CSC, joka solmii sopimuksen tunnistuspalvelun käytöstä luottamusverkostoon liittyvien organisaatioiden kanssa. Luottamusmalliltaan Haka on siis hallinnolliselta rakenteeltaan keskitetty

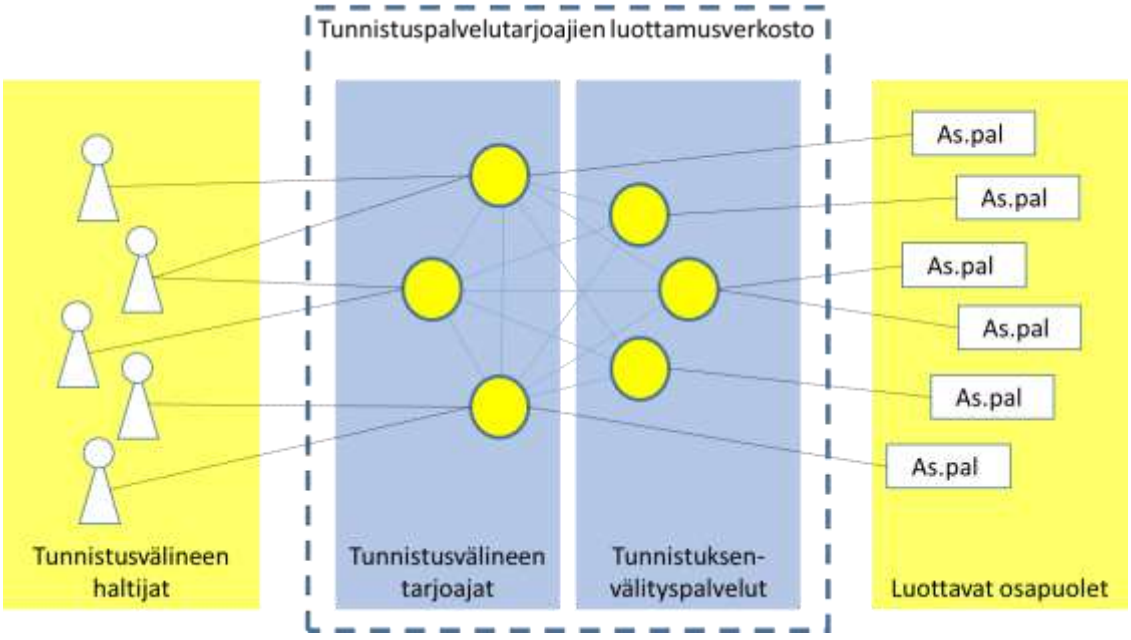
luottamusverkosto (Kuva 24 b). Tunnistuspalvelut ja tunnistukseen nojaavat palvelut vaihtavat SAML-viestejä kuitenkin suoraan toistensa kanssa, eli tekninen rakenne on hajautettu. Elokuussa 2017 Hakassa oli 50 tunnistuspalvelua ja 277 tunnistukseen nojaavaa palvelua.

Lisätietoa: http://www.csc.fi/haka

Suomessa yksityishenkilöiden vahva sähköinen tunnistaminen nojaa pitkälti yksityisen sektorin tarjoamiin maksullisiin palveluihin, erityisesti pankkien **TUPAS**-tunnistuspalveluun. TUPAS on Finanssialan keskusliitton laatima ja julkaisema selainpohjainen protokollamääritys, jonka mukainen tunnistuspalvelu (Identity Provider) on saatavilla kymmenestä Suomessa toimivasta pankista tai pankkiryhmästä. Tunnistukseen nojaava taho solmii pankin kanssa kahdenvälisen sopimuksen tunnistuspalvelun käytöstä ja suorittaa pankille muutaman kymmenen sentin suuruisen maksun jokaisesta tunnistustapahtumasta.

Lisätietoa:
http://www.finanssiala.fi/maksujenvalitys/Sivut/Sahkoinen-tunnistaminen.aspx

Suomessa valtionhallinto on pitänyt tärkeänä edistää kansalaisen tunnistamisen palveluiden markkinaehtoisuutta. Valtio on omaksunut roolikseen tarjota kansalaisille luotettava sähköinen identiteetti, joka perustuu väestötietojärjestelmään. Vahvan sähköisen tunnistamisen välineiden tarjonnassa sen sijaan nojataan kaupallisiin toimijoihin, kuten pankkien verkkopankkitunnuksiin (katso TUPAS yllä) tai teleoperaattoreiden mobiilivarmenteisiin (luku 4.5). Ongelmana on kuitenkin ollut käytettävissä olevien tunnistuspalveluiden ja –välineiden hankala ristiintoimivuus.



Kuva 28. Kansalaisen tunnistuksen luottamusverkosto Suomessa perustuu nelikulmamalliin.

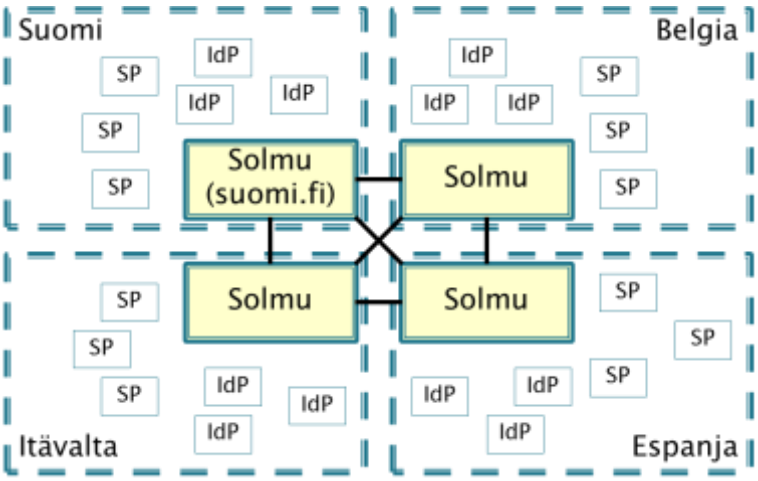
Toukokuussa 2017 perustettiin **vahvan sähköisen tunnistuksen luottamusverkosto**, johon vahvan sähköisen tunnistuksen palveluntarjoajat kuuluvat ja jota ohjaa Viestintävirasto. Luottamusverkosto perustuu finanssisektorin luottokorttimaksuissa käyttämään, nelikulmamalliksi kutsuttuun malliin, jota on selvennetty oheisessa kuvassa

(Kuva 28). Kansalainen (tunnistusvälineen haltija) on sopimussuhteessa siihen luottamusverkoston jäseneen (esimerkiksi pankkiin tai teleoperaattoriin), joka on antanut hänelle tunnistusvälineen. Tunnistukseen nojaavat palvelut (asiointipalvelut) puolestaan ovat sopimussuhteessa siihen luottamusverkoston jäseneen, jonka tunnistusrajapintaan ne integroituvat. Päämääränä on, että luottamusverkoston jäsenet reitittävät tunnistustapahtumia järjestelmiensä välillä niin, että yhden integraation kautta asiointipalvelu voi tunnistaa kaikki tunnistusvälineen haltijat. Yksi merkittävä tunnistukseen nojaava palvelu olisi tulevaisuudessa suomi.fi-tunnistus, joka tarjoaa vahvan sähköisen tunnistamisen keskitetysti julkishallinnon verkkopalveluille.

Lisätietoa:
https://www.viestintavirasto.fi/kyberturvallisuus/sahkoinentunnistaminenjaallekirjoitus.html

Euroopan unioni on pitänyt tärkeänä edistää jäsenvaltioiden rajat ylittävää sähköistä asiointia julkishallinnon palveluissa. Usein sähköinen asiointi edellyttää kansalaisten tai yritysten luotettavaa sähköistä tunnistamista, ja huhtikuussa 2014 Euroopan parlamentti hyväksyi **eIDAS-nimisen asetuksen**, joka säätelee mm. sähköistä tunnistamista unionin sisämarkkinoilla. Asetuksen keskeinen periaate on, että jos julkishallinnon organisaatio yhdessä jäsenvaltiossa tarjoaa sähköisen tunnistautumisen verkkopalveluihinsa, syyskuusta 2018 alkaen palveluun tulee voida kirjautua myös muissa jäsenvaltioissa käytetyillä tunnistusvälineillä.

Jotta eIDAS-kirjautuminen voisi toimia, tarvitsee jäsenvaltioiden sopia monia toimintakäytäntöihin ja tekniikkaan liittyviä asioita. eIDAS:n tunnistuksen varmuutta koskevaa määritystä käsiteltiin jo edellä luvussa 4.3. Kukin jäsenvaltio ilmoittaa käytössään olevat tunnistamisvälineet ja niiden varmuustason.



Kuva 29. EU-jäsenmaiden välinen eIDAS-tunnistus perustuu kansallisten solmupisteiden väliseen viestinvaihtoon.

Lisäksi eIDAS:n puitteissa on sovittu teknisestä arkkitehtuurista, jonka periaatetta on havainnollistettu oheisessa kuvassa (Kuva 29). Kukin jäsenvaltio asettaa kansallisen solmupisteen, jonka kautta sekä maahan sisään että maasta ulos tapahtuvat tunnistautumiset kulkevat. Lähde- ja kohdemaan solmupisteiden välisessä viesteissä käytetään SAML 2.0 –tekniikkaan perustuvaa protokollaa. Suomessa eIDAS-solmu rakennetaan suomi.fi-tunnistuksen yhteyteen.

Lisätietoa:
https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/trust-services-and-eid

8.8. Pohdittavaa

- Monet organisaatiot ovat huomanneet, että SAML-teknologiaa voidaan käyttää myös organisaation sisäisten www-palveluiden kertakirjautumistekniikkana. Mitä etua tästä saadaan? Entä mitkä organisaatiorajat ylittävän kirjautumisen haasteet muuttuvat tällöin helpommiksi?
- Luvussa 8.7 esiteltiin eIDAS-arkkitehtuuri, jossa jokainen kirjautuminen kulkee kahden solmupisteen läpi. Millaisia saatavuuteen, suorituskykyyn, tietoturvaan ja tietosuojaan liittyviä haasteita arkkitehtuuri tuo mukanaan? Mitä etua arkkitehtuurista on?

9. Tietosuoja ja yleinen tietosuoja-asetus

Kirjan viimeisessä luvussa tutustutaan lyhyesti tietosuojalakeihin, joiden huomioiminen on välttämätöntä identiteetin- ja pääsynhallinnan järjestelmien suunnittelulle. Suomessa suuri osa tietosuojan yleissääntelystä tulee Euroopan unionista.

Euroopan unionin tietosuojalainsäädännössä tapahtuu 25.5.2018 suurin muutos vuosikymmeniin, kun Yleinen tietosuoja-asetus (General Data Protection Regulation, GDRP) syrjäyttää aikaisemman Tietosuojadirektiivin ja sen perusteella Suomessa säädetyn Henkilötietolain. Tässä luvussa keskitytään pelkästään EU:n tietosuoja-asetukseen. Lisäksi tietosuoja-asioita säädellään sektorikohtaisella erityislainsäädännöllä, kuten Työelämän tietosuojalailla ja Tietoyhteiskuntakaarella.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/679, luonnollisten henkilöiden suojelusta henkilötietojen käsittelyssä sekä näiden tietojen vapaasta liikkuvuudesta ja direktiivin 95/46/EY kumoamisesta (yleinen tietosuoja-asetus)

9.1. Määritelmiä ja soveltamisala

Tietosuoja-asetusta sovelletaan kaikkeen osittain tai kokonaan automaattiseen henkilötietojen käsittelyyn. Henkilötietojen käsittelyn määritelmä on hyvin laaja ja sisältää muun muassa henkilötietojen keräämisen, tallettamisen, säilyttämisen, muokkaamisen, luovuttamisen, levittämisen, yhdistämisen ja poistamisen.

Henkilötieto puolestaan tarkoittaa kaikkia tunnistettuun tai tunnistettavissa olevaan luonnolliseen henkilöön (”rekisteröity”) liittyviä tietoja. Tunnistettavissa olevana pidetään luonnollista henkilöä, joka voidaan suoraan tai epäsuorasti tunnistaa erityisesti tunnistetietojen, kuten nimen, henkilötunnuksen, sijaintitiedon, verkkotunnistetietojen taikka yhden tai useamman hänelle tunnusomaisen fyysisen, fysiologisen, geneettisen, psyykkisen, taloudellisen, kulttuurillisen tai sosiaalisen tekijän perusteella.

Identiteetin- ja pääsynhallintajärjestelmässä käsiteltävät käyttäjätiedot, myös pseudonyymit tunnisteet, ovat henkilötietoja. Asetuksen perusteluista käy ilmi, että sitä sovelletaan myös muun muassa IP-numeroihin ja evästeisiin, joten myös suuri joukko tietojärjestelmien lokeja sisältää henkilötietoja.

Henkilötiedot muodostavat rekisterin, josta kokonaisvastuussa olevaa organisaatiota kutsutaan rekisterinpitäjäksi. Kokonaisvastuu säilyy, vaikka rekisterinpitäjä ulkoistaa toimintojaan alihankkijalle (henkilötietojen käsittelijä), esimerkiksi pilvipalveluun.

Maantieteellisesti asetusta sovelletaan, jos rekisterinpitäjä tai henkilötietojen käsittelijä on sijoittunut EU-alueelle. Asetusta sovelletaan myös EU:n ulkopuolisiin rekisterinpitäjiin tai henkilötietojen käsittelijöihin, jotka tarjoavat tavaroita tai palveluita EU-alueella oleville rekisteröidyille. Näin myös ulkomaille sijoittuneet globaalit IT-kuluttajapalveluiden tarjoajat on pyritty saamaan asetuksen piiriin.

9.2. Henkilötietojen käsittelyn periaatteet

Henkilötietojen käsittelyä koskevat periaatteet on kirjattu asetuksen artiklaan 5:

a) **Lainmukaisuus, kohtuullisuus ja läpinäkyvyys**. Henkilötietoja on käsiteltävä lainmukaisesti, asianmukaisesti ja rekisteröidyn kannalta läpinäkyvästi.

b) **Käyttötarkoitussidonnaisuus**. Henkilötiedot on kerättävä tiettyä, nimenomaista ja laillista tarkoitusta varten, eikä niitä saa käsitellä myöhemmin näiden tarkoitusten kanssa yhteensopimattomalla tavalla.

c) **Tietojen minimointi**. Henkilötietojen on oltava asianmukaisia ja olennaisia ja rajoitettuja siihen, mikä on tarpeellista suhteessa niihin tarkoituksiin, joita varten niitä käsitellään.

d) **Täsmällisyys**. Henkilötietojen on oltava täsmällisiä ja tarvittaessa päivitettyjä; on toteutettava kaikki mahdolliset kohtuulliset toimenpiteet sen varmistamiseksi, että käsittelyn tarkoituksiin nähden epätarkat ja virheelliset henkilötiedot poistetaan tai oikaistaan viipymättä.

e) **Säilytyksen rajoittaminen**. Henkilötiedot on säilytettävä muodossa, josta rekisteröity on tunnistettavissa ainoastaan niin kauan kuin on tarpeen tietojenkäsittelyn tarkoitusten toteuttamista varten.

f) **Eheys ja luottamuksellisuus**. Henkilötietoja on käsiteltävä tavalla, jolla varmistetaan niiden asianmukainen turvallisuus, mukaan lukien suojaaminen luvattomalta ja lainvastaiselta käsittelyltä sekä vahingossa tapahtuvalta häviämiseltä, tuhoutumiselta tai vahingoittumiselta käyttäen asianmukaisia teknisiä tai organisatorisia toimia.

Asetuksen lähtökohtana on, että rekisterinpitäjän pitää pystyä osoittamaan, että henkilötietojen käsittelyn periaatteita on noudatettu. **Osoitusvelvollisuus** onkin tehnyt asetuksesta merkillepantavan organisaatioiden tietosuojasta ja vaatimuksenmukaisuudesta vastaaville henkilöille, sillä sakot asetuksen rikkomisesta saattavat nousta 20 miljoonaan euroon tai 4 prosenttiin yrityksen liikevaihdosta.

Joitain yllämainituista periaatteista selvennetään lisää seuraavissa alaluvuissa.

9.3. Lainmukaisuusperiaate

Vaatimusta henkilötietojen käsittelyn lainmukaisuudesta on avattu asetuksen artiklassa 6. Henkilötietojen käsittely on lainmukaista jos ainakin yksi seuraavista vaihtoehdoista täyttyy:

a) rekisteröity on antanut käsittelylle **suostumuksensa**, jolla tarkoitetaan mitä tahansa vapaaehtoista, yksilöityä, tietoista ja yksiselitteistä tahdonilmaisua, jolla rekisteröity hyväksyy henkilötietojensa käsittelyn. Suostumuksen edellytykset on asetuksessa säädetty varsin korkealle. Esimerkiksi vapaaehtoisuus edellyttää todellista vapaan valinnan mahdollisuutta, mikä voi olla ongelmallista esimerkiksi jos rekisterinpitäjä on viranomainen tai rekisteröidyn työnantaja. Suostumus pitää voida myös peruuttaa, ja alaikäisen lapsen suostumukseen saatetaan tarvita hänen huoltajaansa.

b) käsittely on tarpeen sellaisen **sopimuksen täytäntöön panemiseksi**, jossa rekisteröity on osapuolena, tai sopimuksen tekemistä edeltävien toimenpiteiden toteuttamiseksi rekisteröidyn pyynnöstä. Työntekijöiden tai asiakkaiden henkilötietojen käsittely voi perustua tähän kohtaan.

c) käsittely on tarpeen rekisterinpitäjän **lakisääteisen velvoitteen noudattamiseksi.** Lakisääteisiä velvoitteita ovat esimerkiksi työnantajavelvoitteet.

d) käsittely on tarpeen rekisteröidyn tai toisen luonnollisen henkilön **elintärkeiden etujen** suojaamiseksi. Tämän on tulkittu melko kapeasti tarkoittavan tilannetta, jossa rekisteröidyn henki tai terveys on välittömästi uhattuna.

e) käsittely on tarpeen yleistä etua koskevan tehtävän suorittamiseksi tai rekisterinpitäjälle kuuluvan **julkisen vallan käyttämiseksi**. Suuri osa viranomaisten suorittamasta henkilötietojen käsittelystä perustuu tähän kohtaan.

f) käsittely on tarpeen rekisterinpitäjän tai kolmannen osapuolen **oikeutettujen etujen** toteuttamiseksi, paitsi milloin henkilötietojen suojaa edellyttävät rekisteröidyn edut tai perusoikeudet ja -vapaudet syrjäyttävät tällaiset edut, erityisesti jos rekisteröity on lapsi. Tämä kohta on melko yleiskäyttöinen mutta edellyttää, että rekisterinpitäjän edut ovat tasapainossa rekisteröidyn etujen ja perusoikeuksien kanssa. Tietosuojaviranomaiset ovat julkaisseet ohjeen tasapainotestin tekemiselle.

9.4. Läpinäkyvyyden periaate

Yksi rekisteröidyn keskeisistä oikeuksista on saada tietoa häntä koskevasta henkilötietojen käsittelystä. Tiedot pitää antaa tiiviissä, läpinäkyvässä, helposti ymmärrettävässä ja saatavilla olevassa muodossa selkeällä ja ymmärrettävällä kielellä.

Läpinäkyvyyden keskeinen toteutusväline on tietosuojaseloste, jonka rekisterinpitäjä asettaa rekisteröidyn saataville esimerkiksi sähköisesti. Selosteen sisältö on kuvattu yksityiskohtaisesti asetuksen artikloissa 13 ja 14. Selosteeseen sisältyy muun muassa tiedot rekisterinpitäjästä ja sen yhteyshenkilöstä, henkilötietojen käsittelytarkoituksesta (katso luku 9.2) ja oikeusperusteesta (luku 9.3), käsiteltävät henkilötietoryhmät sekä niiden mahdollisen siirto muille rekisterinpitäjille tai EU-alueen ulkopuolelle. Lisäksi rekisteröidylle tulee muun muassa kertoa henkilötietojen säilytysaika, kuinka rekisteröity voi saada pääsyn henkilötietoihinsa ja pyytää niiden oikaisemista tai poistamista ja kuinka mahdollinen suostumus henkilötietojen käsittelyyn voidaan peruuttaa.

9.5. Periaate eheydestä ja luottamuksellisuudesta

Henkilötietojen eheyden ja luottamuksellisuuden vaatimus toteutetaan teknisin ja organisatorisin toimenpitein, mikä tarkoittaa tietoturva-asiantuntijoille varsin tuttujen toimintakäytäntöjen ja kontrollien jalkauttamista rekisterinpitäjän organisaatioon ja henkilötiedot sisältävän tietojärjestelmän suojaamiseen.

Asetus lähtee siitä, että tekniset ja organisatoriset toimenpiteet tulee suhteuttaa riskeihin, jotka liittyvät henkilötietojen vahingossa tapahtuvan tai laittoman tuhoamisen, häviämisen, muuttamisen, luvattoman luovuttamisen tai henkilötietoihin pääsyn vuoksi. Mitä suuremmat riskit eheyden tai luottamuksellisuuden menettämisestä seuraa, sitä ankarampi henkilötietojen suojausvelvoite on.

9.6. Henkilötietojen luovuttaminen EU:n ulkopuolelle.

Henkilötietoja voidaan luovuttaa jäsenvaltioihin ja ETA-maihin (Norja, Islanti, Liechtenstein) sijoittuneiden rekisterinpitäjien välillä samoilla periaatteilla kuin niitä voidaan luovuttaa jäsenvaltion sisällä. Sen sijaan EU/ETA-maista kolmansiin maihin henkilötietoja voidaan luovuttaa vain, jos siirron saaja pystyy kohdemaassa takaamaan niille riittävän tietosuojan tason, joka tarkoittaa käytännössä EU-maiden tietosuojatasoa.

Keinoja riittävän tietosuojatason takaamiseen on useita. Joissain maissa, kuten Sveitsissä ja Uudessa Seelannissa, on EU:hun rinnastuvat tietosuojalait. Yhdysvaltojen kanssa Euroopan komissio on solminut Privacy Shield –nimisen järjestelyn, johon yhdysvaltalaiset yritykset voivat sitoutua. Tavallista on myös toteuttaa henkilötietojen siirto ylikansallisten yrityksen sisällä yritystä koskevien sitovien sääntöjen perusteella.

Euroopan komissio on myös julkaissut vakiosopimuslausekkeita, joihin henkilötietoja vastaanottava kolmannen maan organisaatio voi sitoutua.

Jos siirronsaaja ei pysty takaamaan tietosuojan riittävää tasoa, määrittelee asetus vielä joukon poikkeusmenettelyjä, kuten rekisteröidyn antama nimenomainen suostumus.

9.7. Pohdittavaa

- Käyttäjä suorittaa federoidun kirjautumisen (luku 8), jolloin hänen kotiorganisaationsa luovuttaa hänen henkilötietojaan toiselle rekisterinpitäjälle, joka ylläpitää tunnistukseen nojaavaa palvelua. Mitä kaikkea tulee huomioida, jotta luvussa 9.2 esitetyt vaatimukset saadaan henkilötietoja luovutettaessa täytettyä?
- Henkilötietojen käsittelyn perustaminen rekisteröidyn suostumukseen edellyttää, että suostumus on vapaasti annettu – toisin sanoen rekisteröityä ei millään tavalla painosteta suostumuksen antamiseen. Missä määrin suostumusta voidaan käyttää henkilötietojen luovuttamisen perusteena silloin, kun yrityksen työntekijä joutuu työtehtävissään suorittamaan federoidun kirjautumisen toisen organisaation extranet-palveluun.

Tampereen teknillinen yliopisto
PL 527
33101 Tampere

Tampere University of Technology
P.O.B. 527
FI-33101 Tampere, Finland