Internetin turvallisuus

Comer: 30
vanha kirja ss. 576-646

Sisältö

- Turvallisuuden osa-alueet
- Palomuurit
- Yksityisverkot (Virtual Private Network VPN)
- Internet Protocol Security (IPsec)
  - Luottamuksenhallinta

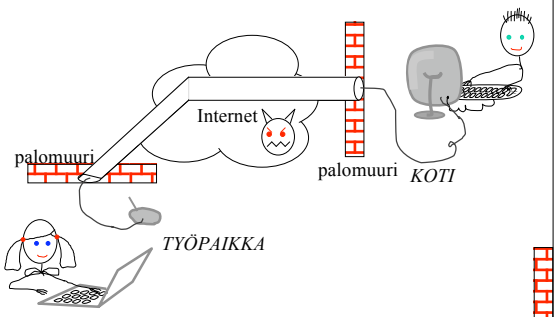
Turvallisuus

- Luottamuksellisuus (confidentiality)
- Eheys (integrity)
- Saatavuus (availability)
- Pääsynvalvonta (access Control)
- Todennus ja valtuutus (authentication and authorization)
- Kiistämättömyys (non-repudiation)

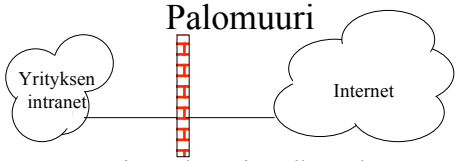
Kryptologia (cryptology)

- Symmetrinen ja julkisen avaimen salakirjoitus
- Digitaaliset allekirjoitukset
- Kryptograafiset tiivistefunktion (hash function)
- Message Authentication Code (MAC)
- Satunnaislukugeneraattorit

Palomuurit



Palomuuri



- Erottaa “sisäverkon” ja “ulkoverkon”
  - Toteuttaa pääsypolitiikan
  - Piilottaa sisäverkon rakenteen (esim. yhteistoiminta NAT:n kanssa
  - Seuranta ja hälytykset

Verkkokerroksen palomuurit

- Kutsutaan myös pakettipalomuureiksi (packet filter)
- Pääsypäätös perustuu IP-osoitteisiin ja TCP/UDP-portteihin
- Estää kaikki tietosähkeet, paitsi tietyt osoitteet, portit ja protokollat
  - Jokainen paketti käsitellään erikseen
- Yksinkertainen ja tehokas
- Voidaan toteuttaa reitittimessä
  - Ei standardeja, toteutukset valmistajakohtaisia

Verkkokerroksen palomuurien ongelmat

- Palomuuri ei ymmärrä yhteyden sisältöä
- Tarvitaan yksityiskohtaiset tiedot verkon palveluista
- Uusien palveluiden mukaanotto määriteltävä aina erikseen
- Yksityiset portit (asiakas-palvelin-yhteydet)
- Valtuuttamattoman liikenteen tunnelointi mahdollista

Sovelluskerroksen palomuurit

- Välittäjäpohjaiset palomuurit (proxy-based)
- Ymmärtävät käytettäviä sovelluksia
- Monimutkaisempia mutta muutoskykyisenpiä

Valvonta

- Eng. surveillance tai monitoring
- Tarkoitus on huomata ongelmat ja murtoyritykset
- Aktiivinen: esim. Lähetetään sähköpostia ylläpitäjälle
- Passiivinen: kirjoitetaan lokiin
- Huom. Jos joku on päässyt murtautumaan järjestelmään, hän saattaa pystyä myös muuttamaan lokia

Yhteenveto palomuureista

- Palomuurit estävät valtuutonta pääsyä verkkoon ja sen laitteisiin
  - Palomuurin hallinta vaatii tietämystä
  - Henkilökohtaiset palomuurit?
- Palomuurit eivät ratkaise kaikkia tietoturvan palveluita

Yksityisverkot (Virtual Private Network VPN)

Yksityisverkot (VPN)

- Yhteys organisaation sisäverkkoon Internetin yli
  - Ei varata yksityistä kanavaa (vuokrattu linkki) yhdistämään verkkoja
- Toteutetaan tunneloimalla ja salaamalla
  - suojataan luottamuksellisuutta ja yksityisyyttä
- Useita valmistajakohtaisia toteutuksia
  - sekä rauta- että ohjelmistototeutuksia

Ominaisuudet

- Turvapolitiikka
  - millaiset yhteydet sallitaan
- Pääsynvalvonta
  - kuka voi ottaa yhteyttä
- Turvalliset yhteydet
  - mitä turvapalveluita käytetään
- Tarvitaan jonkinlainen valtuutusmenetelmä

Käyttäjän tunnistus

- Perinteiset salasanat (heikko)
- Kertakäyttösalasanat (one-time password OTP)
  - S/Key määritelty: RFC 2289
  - Salaisuus (secret passphrase) OTP:n generointiin
- Autentikoinnin asiakas-palvelin menetelmät
  - Password Authentication Protocol (PAP)
    - Point-to-Point (PPP) protokollan tapa
    - Salasanoihin pohjautuva kaksisuuntainen kädenpuristus
    - Ei turvallinen, käytetään selväkieltä

Käyttäjän tunnistus

- Challenge Handshake Authentication Protocol (CHAP)
  - Kolmitiekättely: haaste-vaste-hyväksyntä
  - Perustuu jaettuun salaisuuteen asiakkaan ja palvelimen välillä
- Terminal Access Controller Access-Control System (TACACS)
- Remote Authentication Dial-in User Service (RADIUS)
  - Keskitetty palvelin
- Diameter (kehitetty RADIUSista)
- Rautapohjaiset järjestelmät esim. tokenit

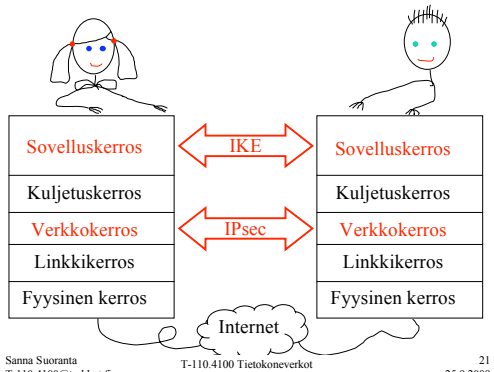
VPN-tunneli läpi Internetin

- IPsec ja turva-gateway
- Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP)
  - PPTP käyttää (MS-)CHAP autnetikointia (Windows)
- Layer Two Tunneling Protocol (L2TP)
  - RFC 2661
  - Perustuu PPTP:n ja Ciscon L2F, sekä IPseciin

VPN-yhteenveto

- Yksityisverkot (Virtual Private Network) on konsepti
- Useita erilaisia toimittajakohtaisia ratkaisuja saatavilla
- Voidaan suunnitella soveltumaan hyvin tietyn organisaation tarpeisiin

Internet Protocol Security (IPsec)



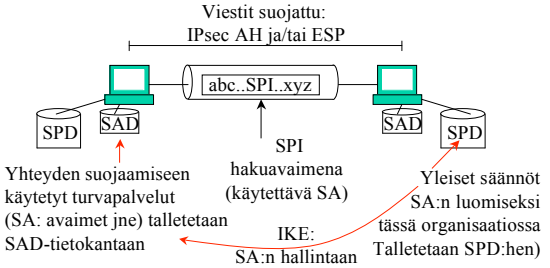
IP Security (IPsec)

- Tiedon suojaus ja suojaustavan neuvottelu
  - Authentication Header (AH)
  - Encapsulating Security Payload (ESP)
  - Internet Key exchange (IKE)
- Kuljetus (transport) ja tunnelointi (tunneling)
  - Kahden isäntäkoneen, kahden turva-gatewayn tai turva-gatewayn ja isäntäkoneen välillä
- Toimii sekä IPv4:n että IPv6:n kanssa
  - Silti aivan sama protokolla

IPsec tarjoaa

- Pääsynvalvonta (access control)
- Yhteydetön eheys (connectionless integrity)
- Tiedon alkuperän todennus (data origin authentication)
- Suojaus toistoa vastaan
- Luottamuksellisuus (confidentiality)
- Rajoitettu vuon luottamuksellisuus
  - Mitä nämä oikeasti tarkoittavat IPsecin kohalla?

IPsec-kehys (framework)



IPsec Framework (2)

- SA: Turva-assosiaatio (security association)
- SPD: Turvapolitiikkatietokanta (security policy database)
- SAD:Turva-assosaatiotietokanta (security association database)
- IKE: Avaintenhallinta (key management)
- AH: Todennusotsikko (authentication header)
- ESP: Salausotsikko (encapsulating security payload)

Turva-assosiaatio (SA)

- SA määrittelee käytetyt turvapalvelut
  - Käytetty turvaprotokolla, algoritmit ja mekanismit
  - Joita käytetään kahden päätepisteen välisellä yhteydellä yhteen suuntaan
- SA:n tunniste:
  - Security Parameter Index (SPI), kohteen IP-osoite ja turvaprotokollan tunniste

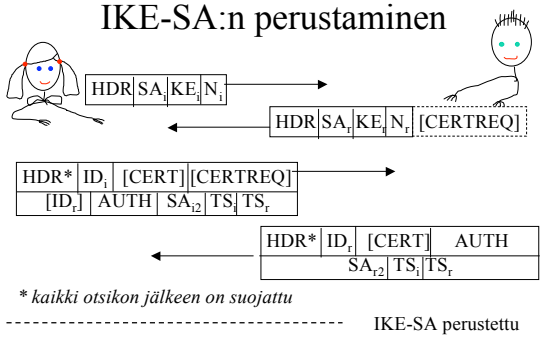
SA- ja turvapolitiikkatietokannat

- Security Association Database (SAD)
  - Kaikkien käytössä olevien yhteyksien SAt
- Security Policy Database (SPD)
  - (Organisaatiossa) käytössä olevat turvapalvelut: millaiset SAt ovat sallittuja
  - Kaikkien yhteyksien turvallisuuden hallinta
- IPsec ei määrittele kuinka tietokantoja käytetään
  - Paikallinen päätös (toimittajakohtaista)

Internet Key Exchange (IKE)

- IPsecin avaintenvaihto- ja SA:n hallintaprotokolla
- Käyttää Diffie-Hellman avaintenvaihtoa
- Ensimmäisessä vaiheessa: SAt päätepisteiden välille
  - osapuolten tunnistus ja neuvottelun turvaaminen
- Toinen vaihe: SA IPsec-yhteydelle
- Ei tarvita kolmatta osapuolta tai palvelinta
- Nykyinen versio IKEv2

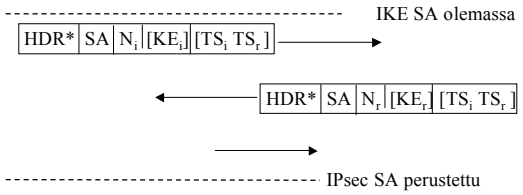
IKE-SA:n perustaminen



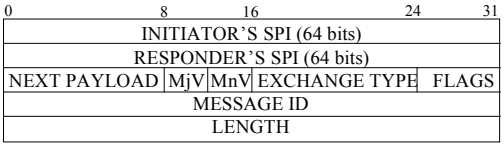
* *kaikki otsikon jälkeen on suojattu*

IKE-SA perustettu

IPsec-SA:n perustaminen



IKEv2 - Otsikko



- SPI: lähettäjä valitsee (vastaanottajan SPI aluksi 0)
- Seuraava kuorma (next playload)
- Viestinvaihtotyyppi määrittelee viestit
  - 0-33 varattu, 34 SA init, 35 auth, 36 child SA, 37 Informational, 38-239 IANA, 240-255 private

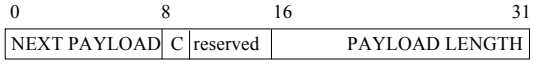
IKEv2 - Otsikko

- Kaksi versionumeroa, major ja minor
  - ylin ja alin ”ymmärrettävä” versio
- Liput
  - (3.) I(nitiator)=1, alkuperäinen 1. lähettäjä lähettää
  - (4.) V(ersion)=1, jos ymmärretään uudenpaakin
  - (5.) R(esponse)=1, jos viesti on vastaus
  - (0.-2. ja 6.-7.) = 0 (varattu)

IKEv2 - Otsikko

- Message ID
  - Käytetään vaiheessa 2 (eli IPsecin SA:ta luotaessa)
  - Lähettäjän valitsema satunnaisluku
  - Käytetään identifioimaan SA neuvottelun aikana
- Pituus
  - Otsikko+hyötykuormat oktetteina
  - Huom: salaus saattaa pidentää pakettia

IKEv2- Yhteinen alku viesteille ja optiot



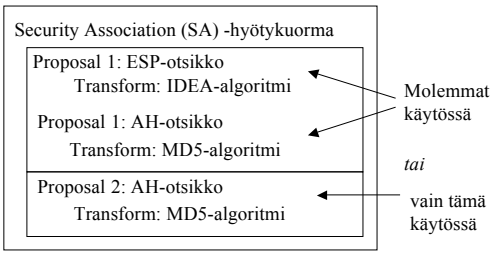
- Kaikki ISAKMP-hyötykuormat alkavat

TLV:

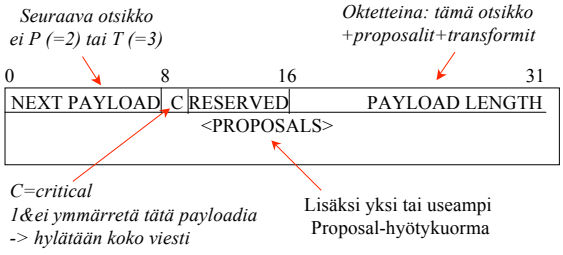
TV:

- Atribuutteja käytetään SA-määrityksissä
  - joko TLV- tai TV-tyyppiä
  - Ensimmäinen bitti merkitsee

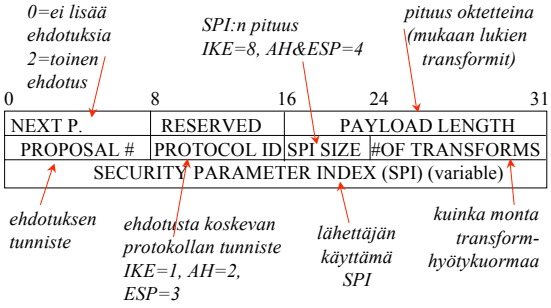
Turva-assosiaatio (SA)



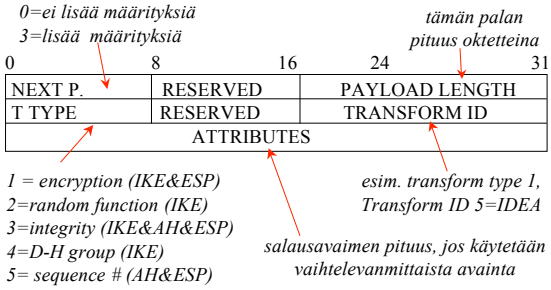
Security Association Payload (SA)



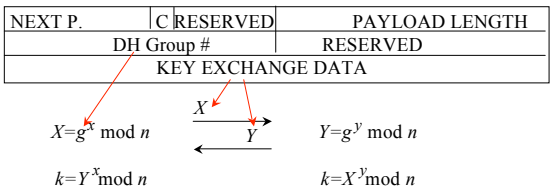
Proposal Payload (P)



Transform Payload (T)

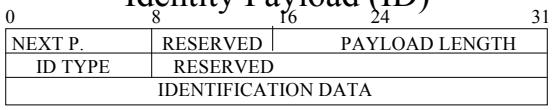


Key Exhange Payload (KE)



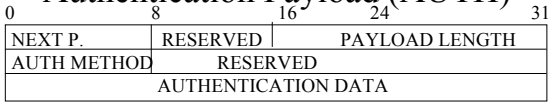
- X, Y, g ja n ovat julkisia, lasketaan nonssien avulla
- x ja y salaisia, ei siirretä verkon yli

Identity Payload (ID)



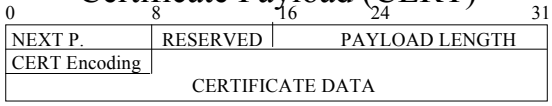
- Käytetään identiteettitiedon vaihtamiseen
  - Osapuolten tunnistaminen
  - Tiedon autenttisuuden määrittämistapa
- ID-tyyppi: 1= IP-osoite, 2=domain-nimi, 3=sähköpostiosoite, 4= IPv6-osoite

Authentication Payload (AUTH)



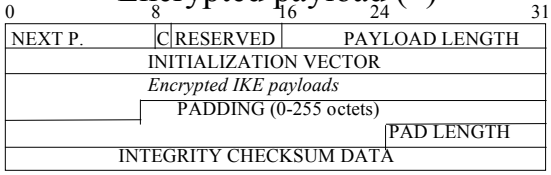
- Todennus on allekirjoitus edellisestä viestistä
  - 1 = digitaalinen allekirjotus RSA:lla
  - 2 = Jaettu avain
  - 3= digitaalinen allekirjoitus DSS:llä
- Viestissä oleva vastapuolen nonssi takaa tuoreuden

Certificate Payload (CERT)



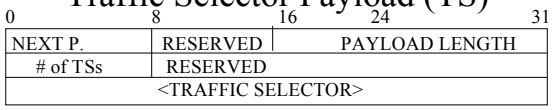
- Sekä sertifikaattien että niiden hallintaan:
  - 1=X.509, 2=PGP, 4=X.509 singature, 9=SPKI certificate, 11=RSA avain
  - 7=Certificate Revocation List (CRL)
  - jne

Encrypted payload (*)

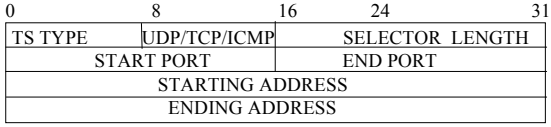


- NEXT=paketin sisällä olevan tunniste
- Käytetyt algoritmit ja avaimet selviävät otsikon SPI:n avulla

Traffic Selector Payload (TS)



- Traffic selector:



IKE

Traffic Selector (TS)

- Hyötykuormaa käytetään vuon tunnistukseen
- TS-tyyppi: IPv4 vai IPv6
- ID Protocol OD: UDP/TCP/ICMP/mikä vaan
- Portit: pienin sallittu porttinumero (tai 0=kaikki sallittu) ja suurin porttinumero (65535 jos kaikki sallittu)
- Osoitteet: osoitealue sallituille osoitteille

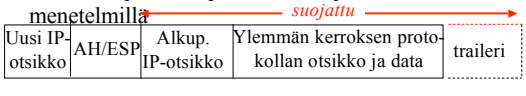
IPsec

- Huomaa, että IPsec pitää oikeastaan sisällä myös edellä esitetyn, ei vain seuraavaksi esitetyt asiat
- Kaksi tapaa: tunnelointi ja transport

AH/ESP

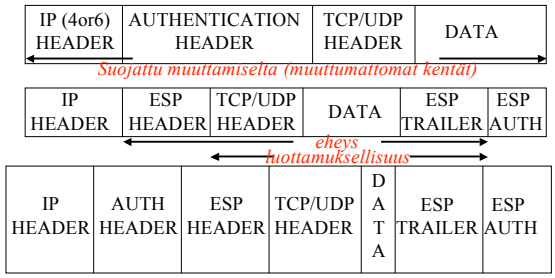
IPsec-tunnelointi

- Tunnelointia käytetään kun toinen tai molemmat yhteyden päätepisteet ovat turva-gatewaytä
- Uusi IP-otsikko lisätään kokonaan suojatun alkuperäisen IP-otsikon (ja IPsec-otsikoiden) eteen
- Koko alkuperäinen paketti on suojattu sovituilla menetelmillä



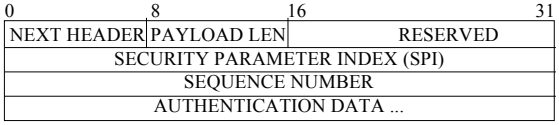
AH/ESP

Suojaus (transport mode)



AH/ESP

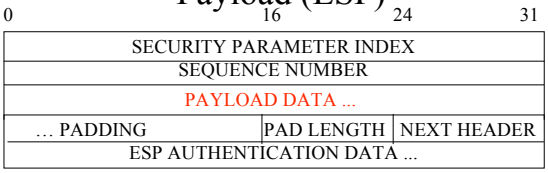
IPsec Authentication Header (AH)



- Yhteydetön eheys ja tiedonlähteen todennus
- Todentaa IP-otsikon muuttumattomat kentät ja tietosähkeen sisällön

AH/ESP

IPsec Encapsulating Security Payload (ESP)



- Yhteydetön eheys, tiedonlähteen tunnistus, ja/tai luottamuksellisuus
- Sisältää sekä otsikon että ”trailerin”

AH/ESP

SPI ja SA

- Security Parameter Index (SPI kertoo yhteydellä käytetyn SA:n
- Viestin vastaanottajan käyttämä SPI:n
  - vastaanottaja käyttää sitä tietokantahakunsa avaimena
- SA määrittelee käytettävät algoritmit ja avaimet
- SA voi olla erilainen yhteyden eri suuntiin

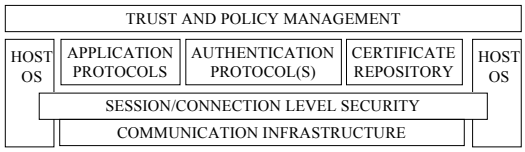
IPsec-yhteenveto

- SA:n sopiminen IKE:n avulla
  - SPD:stä politiikkamääritykset
  - Käytetyt SA:t talletetaan SADiin
- Sovitun suojauksen käyttö yhteydellä
  - SPI:n avulla etsitään käytetty SA SAD-tietokannasta
  - IPsec AH ja/tai ESP

Luottamuksenhallinta

- Julkisen avaimen infrastruktuuri (public key infrastructure PKI) tarjoaa todennettuja avaimia
- Sertifikaatit ovat allekirjoitettuja dokumentteja
  - ”tämä julkinen avain kuuluu Teemu Teekkarille”
  - X.509 (identity certificates)
  - SPKI (authorization certificates)
- Luotetut kolmannet osapuolet (trusted third parties TTP)
- Kerberos etc.

Arkkitehtuuri Internetin turvallisuudelle



- Pekka Nikander’s Doctoral Thesis 1999

Lähteitä

- A. J. Menezes, P. C. van Oorschot, S. A. Vanstone: Handbook of Applied Cryptography
  - http://www.cacr.math.uwaterloo.ca/hac/
- Pekka Nikander: An Architecture for Authorization and Delegation in Distributed Object-Oriented Agent Systems, väitöskirja 1999

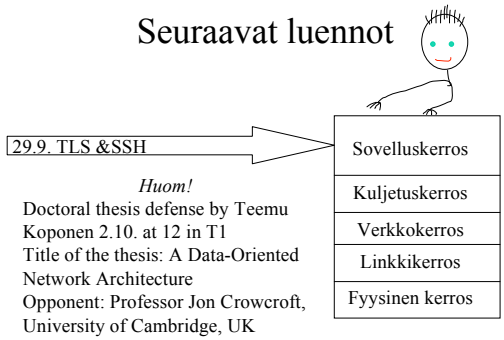
IPsec RFCs

- 4301- Security Architecture for the Internet Protocol, 2005
- 4302 - IP Authentication Header, 2005
- 4303 - IP Encapsulating Security Payload (ESP), 2005
- 4306 - The Internet Key Exchange (IKE), 2005
- 2411 - IP Security Document Roadmap, 1998

Yhteenveto

- Internet ei ole luotettava (turvallisuusmielessä)
- Useita tekniikoitta turvallisuuden toteuttamiselle
- IPsec: todennus ja luottamuksellisuus
- Palomuurit: pääsynvalvonta ja sisäverkon piilottaminen
- Yksityisverkot (VPN): suojattu yhteys Internetin kautta sisäverkkoon (tai sisäverkkojen välillä)

Seuraavat luennot



Huom!
Doctoral thesis defense by Teemu Koponen 2.10. at 12 in T1
Title of the thesis: A Data-Oriented Network Architecture
Opponent: Professor Jon Crowcroft, University of Cambridge, UK