Tietoturvasta

Kurose, Ross: Ch 1.6, Ch 8.1, Ch 8.9.1

Sisältö

Tietoturva-kurssit:
kryptografian perusteet
IPSec

- Turvavaatimukset
- Uhkia
- Palomuuri

Oppimistavoitteet:
- Osata kuvailla tietoliikenteeseen kohdistuvat riskitekijät ja turvallisuusuhat
- Osata selittää, kuinka palomuuri toimii
- Ymmärtää tietoturvasta sen verran, että osaa huolehtia oman koneen turvallisuudesta

Tietoturvasta

Turvavaatimukset

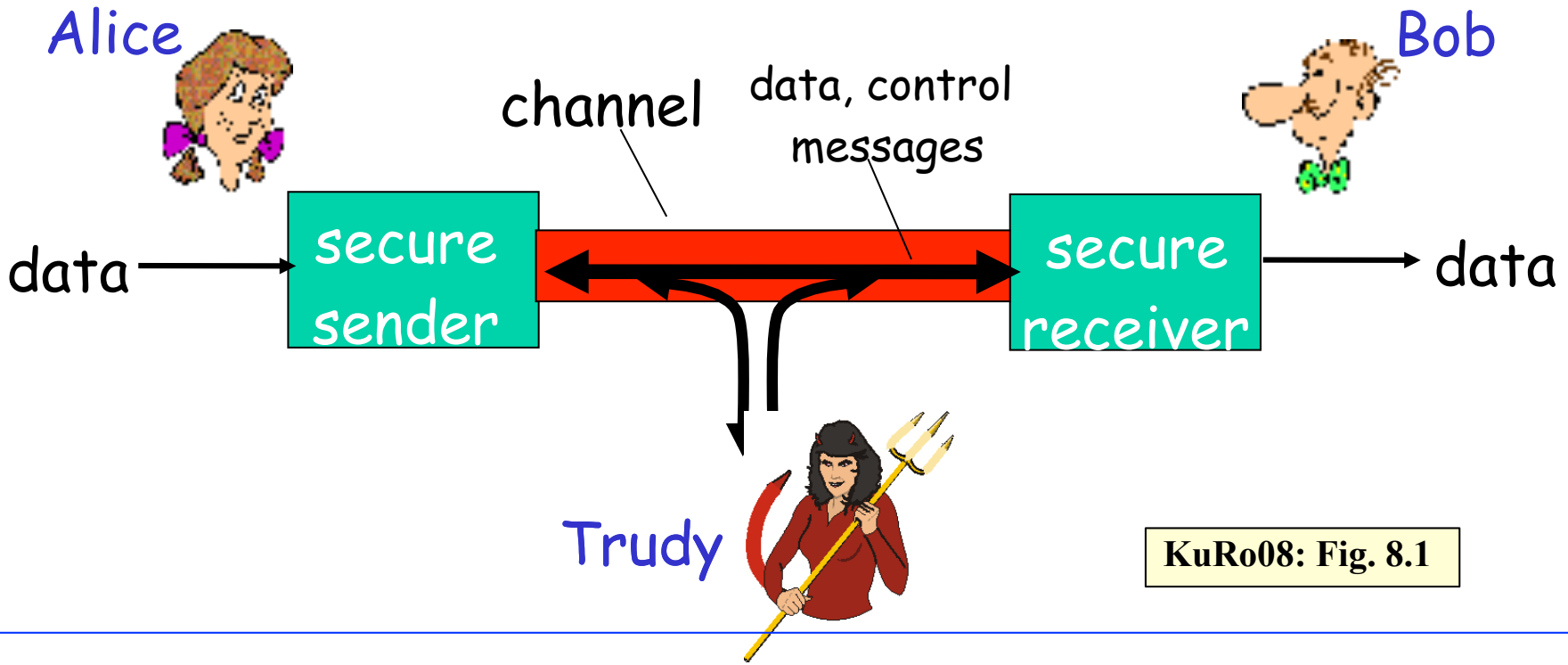
Ch 8.1

Turvavaatimukset

- Luottamuksellisuus (confidential, secrecy)
  - Vain lähettäjä ja vastaanottaja 'ymmärtävät' sanoman sisällön
  - Muu eivät saa välttämättä tietoa edes sen olemassaolosta
    - Salakirjoitus
- Autentikointi (authentication)
  - Lähettäjä ja vastaanottaja varmistuvat toistensa identiteeteistä
    - Oikeaksi todentaminen, salakirjoitus
- Eheys, koskemattomuus (message integrity)
  - Lähettäjä ja vastaanorraja varmoja siitä, ettei sanomaa ole muutettu (siirron aikana ta myöhemmin)
    - Digitaalinen allekirjoitus
- Palveluiden saatavuus ja suojaus
  - Palvelut ovat saatavilla käyttötarkoituksen mukaisesti
  - Vain niillä pääsy, joilla lupa käyttää käyttöoikeuksien mukaisesti
    - Käyttäjätunnus ja salasana, tiedostojen / objektien käyttöoikeudet, …
  - Suojautuminen ‘ulkoa’ tulevia hyökkäyksiä vastaan (haittaohjelmat, palvelunestohyökkäys) vastaan
    - palomuuri, havaitsemis- ja puhdistusohjelmat

Ystävä ja tunkeutuja

- Tuttu asetelma reaalimaailmastakin
  - Bob ja Alice kommunikoivat keskenään (salassa muilta?)
  - Trudy (intruder) voi siepata sanomia: nuuskia, kerätä tietoa
  - Trudy voi muunnella, tuhota ja lisätä sanomia



KuRo08: Fig. 8.1

Kuka Alice, kuka Bob?

- Asiakasprosessi - palvelijaprosessi
  - Ihminen koneen ääressä ja palvelu palvelinkoneessa
- Web-selain ja -palvelija
  - Elektroninen kaupankäynti
  - On-line pankkipalvelu
  - .....
- DNS-kysely ja DNS-palvelu
- Reititystietoja vaihtavat reitittimet
- ....

Tietoturvasta

- Järjestelmän tietoturvan määrittää sen tietoturvan kannalta heikoin elementti
- Tietoturva pitää ottaa huomioon alusta asti järjestelmäsuunnittelussa
- Protokollat pitää suunnitella niin että niitä voidaan päivittää (esim. SHA-1 → SHA-256)
- Käytännössä tietoturvaratkaisuita tarvitaan useilla kerroksilla
  - Linkki (WPA, WEP, EAP, 802.1X, 2G/3G)
  - Verkko (IPSec)
    - Välikerroksella HIP (Host Identity Protocol)
  - Kuljetus (TLS)
  - Sovellus (HTTPS, Radius, Diameter, S/MIME, XML Security…)

Kryptoratkaisut

- Symmetrinen
  - Jaetut salasanat
- Asymmetrinen
  - Julkinen avain (public key), salainen avain (private key)
  - Julkisten avainten jakelu
  - Salaus (A -> B):
    - A salaa B:n julkisella avaimella
    - B avaa salaisella avaimellaan
  - Allekirjoitus:
    - A allekirjottaa salaisella avaimellaan
    - B tarkistaa allekirjoituksen A:n julkisella avaimella
  - Diffie-Hellman avaintenjakoprotokolla
  - Yleensä julkisen avaimen kryptoa käytetään symmetrisen avaimen muodostamiseen

Tietoturvasta

Uhkia

Ch 1.6

Mitä Trudy puuhii?

- Koputtelee koneen portteja (mapping)
  - Turva-aukkojen löytämiseksi ja koneen valtaamiseksi
- Salakuuntelee (eavesdropping, sniffing)
  - Sieppaa sanoman matkalla ja tutkii sisällön
- Väärentää, “peukaloi”(impersonation, spoofing)
  - Vaihtaa paketin tietoja, esim. IP-osoitteen
- Tehtailee sanomia, “satuilee” (fabrication)
  - Tekee ja lisää liikenteeseen ylimääräisiä sanomia
- Kaappaa yhteyden (hijacking)
  - Vaihtaa oman IP-osoitteen lähettäjän / vastaanottajan tilalle
- Estää palvelun (DoS, Denial of Service)
  - Kuormittaa palvelinta, jotta se ei ehdi palvella oikeita käyttäjiä

Koputtelu ja kartoitus (mapping)

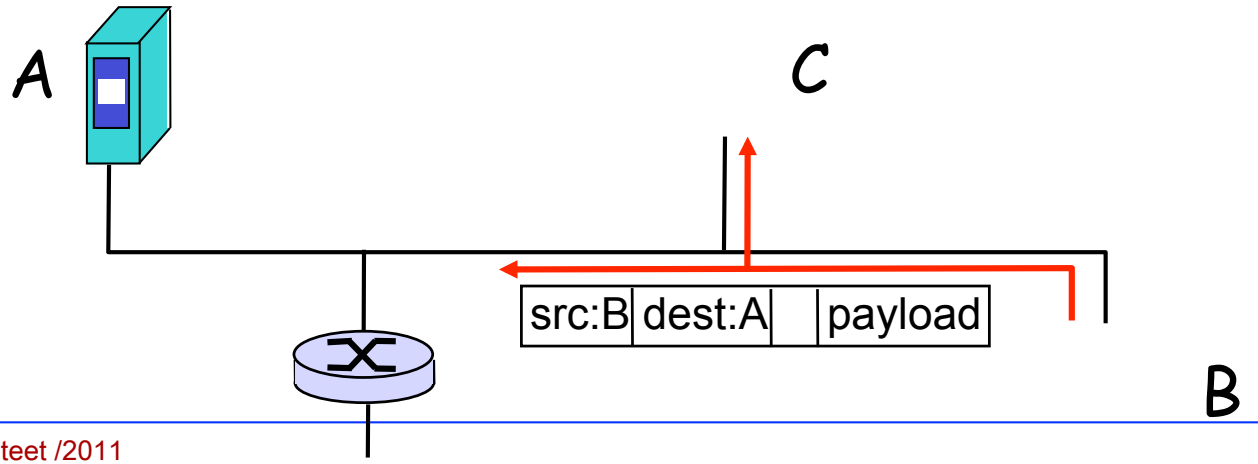
- Kaivelee ensin tietoja
  - IP-osoitteista, käyttöjärjestelmistä, verkko-ohjelmista
- Hyödyntää sitten tunnettuja turva-aukkoja
- Ping

  Lähettää kyselyjä valittuihin verkon IP-osoitteissin

  Hengissä olevat koneet vastaavat
- Porttiselaus (port scanning)
  - Kokeilee systemaattisesti TCP/UDP-yhteyttä koneen portteihin
  - Vastauksista saa selville tarjotut palvelut
  - Onko niissä tunnettuja turva-aukoja?
    - Firefox-selain 27.3.08, Facebook 25.3.08, Sampo Pankki, Applen Quicktime Player, FlashPlayer turva-aukkojen paikkausta
    - Internet Explorer 7, DNS, BGP, …
    - Linux-päivityksen turva-aukko=>laitoksen salasanojen vaihto

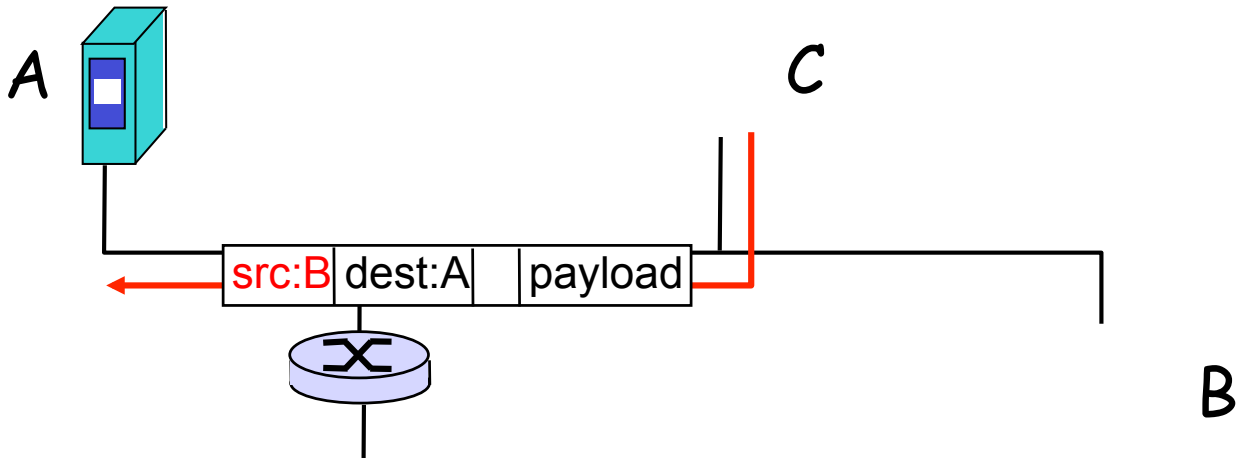
Salakuuntelu (packet sniffing)

- Tutkii linkkikerroksen kehysten sisältöä
  - Yleislähetys: kaikki kuulevat kaikki kehykset
  - Valikoimattomassa moodissa (promiscuous) toimiva sovitinkortti myös kopioi kaikki kehykset itselleen
  - Kuuntelevan koneen oltava samassa LAN:ssa
- Ohjelmia, joilla paketit voidaan purkaa tekstimuotoon
  - Hyödyllisiä verkon valvojalle, mutta ...
- Hyökkääjä etsii erityisesti salasanoja
  - Salasanat verkkoon vain salakirjoitettuina
  - Älä käytä telnet:iä etäyhteyksiin, käytä ssh:ta (leap of faith security)



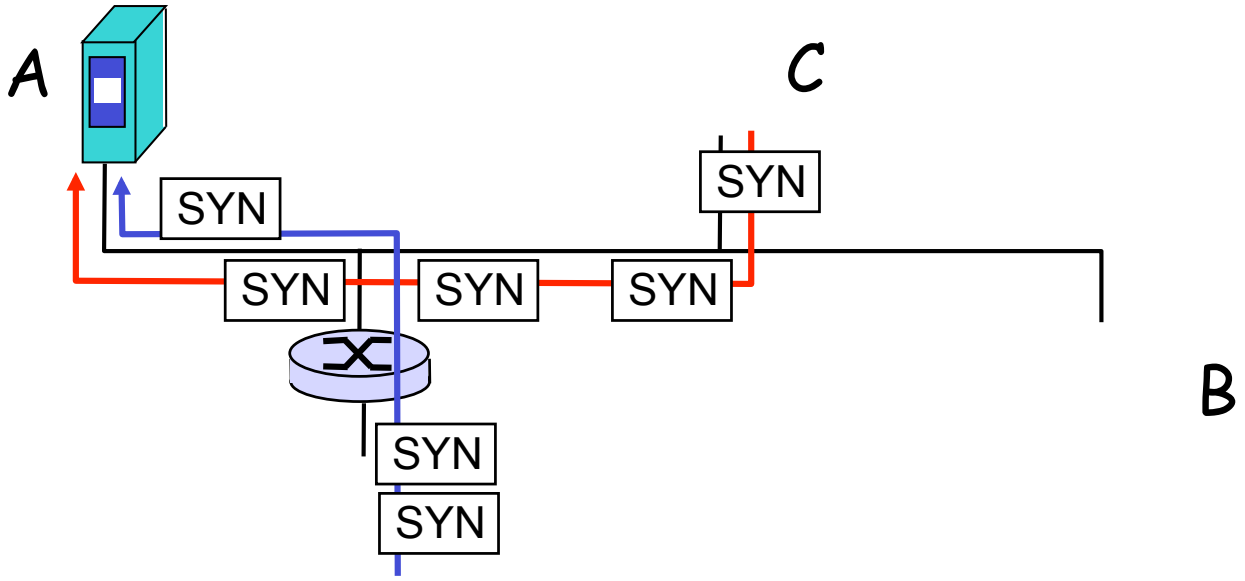
Väärentäminen (spoofing)

- Vastaanottaja ei voi tietää, kuka on todellinen lähettäjä
- Jokainen, joka kontrolloi koneensa ohjelmistoa (erityisesti KJ:tä) voi väärentää mm. IP-osoitteen
  - Sovellus voi tehdä itse IP-paketin ja ohittaa KJ:n pakettia lähettäessä ('raw' mode)



Palvelunestohyökkäys (DoS)

- Kuormittaa palvelua, jotta oikeat käyttäjät eivät pääse lainkaan käyttämään
- SYN-tulvitus
  - Pakottaa uhrin suuriin määriin TCP-yhteydenmuodostuksia
    - Lähettää SYN-segmenttejä, mutta ei ACK-segmenttejä
    - Uhri varaa puskuritilaa, muisti voi loppua
  - Väärentää lähteen IP-osoitteen



Palvelunestohyökkäys (jatkuu)

- IPv4-paloittelu
  - Lähettää runsaasti IP-pakettien osia (M=1), mutta ei lainkaan sitä viimeistä palaa (M=0).
  - Vastaanottaja puskuroi ja jää odottamaan puuttuvia paloja
    - Muisti loppuu
- Smurf-hyökkäys
  - Lähettää suurelle määrälle koneita uhrin IP-osoitteella varustettuja ICMP Echo request -paketteja ja niihin tulevat vastaukset tukkivat uhrin koneen.

Hajautettu DoS-hyökkäys (DDoS)

- Hyökkääjä ottaa ensin haltuun ison joukon koneita niiden omistajien huomaamatta
  - Koputtelee ja löytää turva-aukot
  - Asentaa hyökkäysohjelman, joka vain odottelee käskyä /kellolyömää
- Kaapatut koneet aloittavat samaan aikaan hyökkäyksen uhrin kimppuun
  - Hajautetusti
  - IP-osoitteet peukaloituina (harvoin)

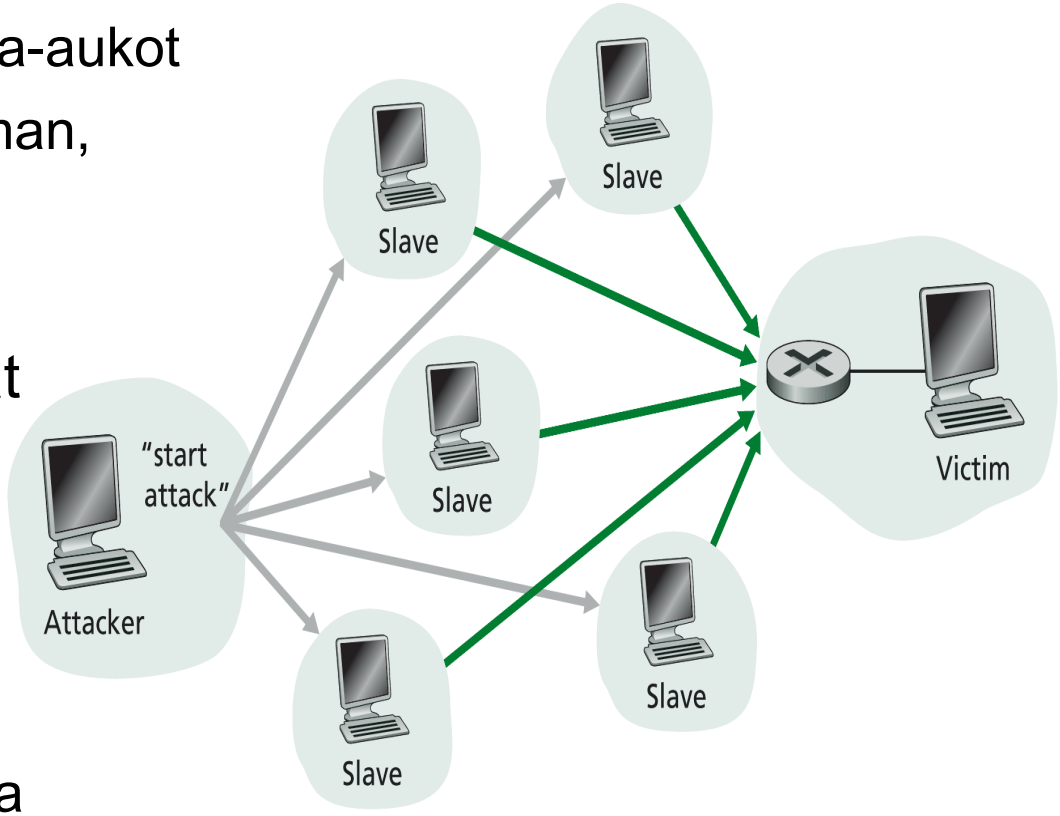
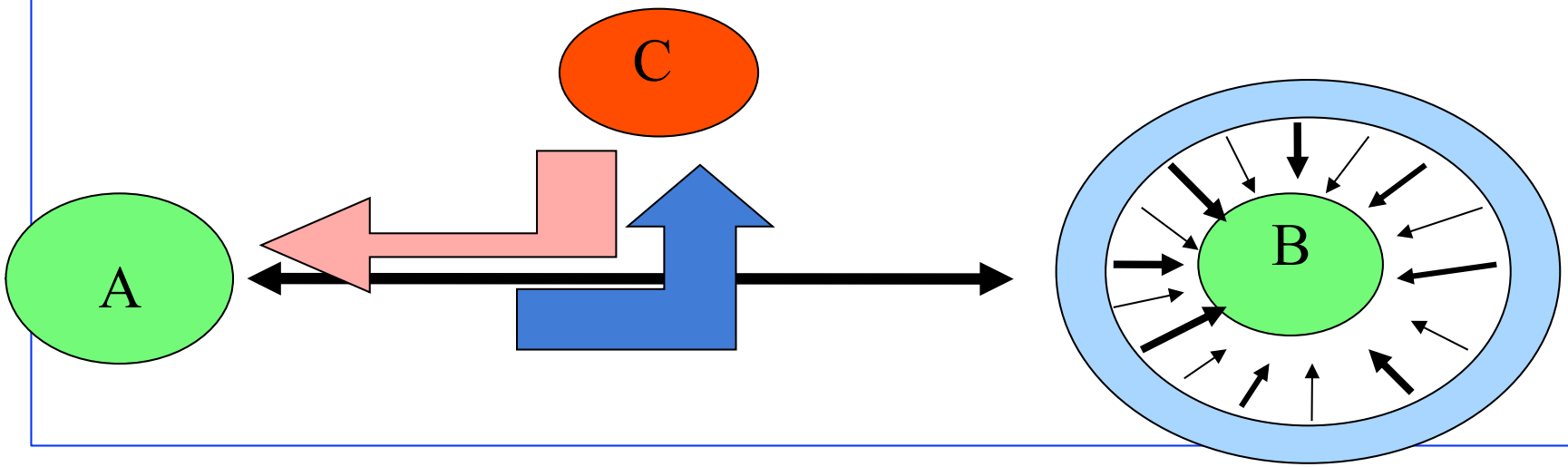


Figure 8.26 ♦ A DDoS attack

Yhteyden kaappaus (hijacking)

- Hyökkääjä C kaappaa itselleen A:n ja B:n välisen yhteyden
  - Kuuntelee ensin yhteyttä ja selvittää mm. tavunumeroinnin, kuittausnumeroinnin, ikkunan koon, ...
  - Poistaa B:n pelistä palvelunestohyökkäyksellä
  - Tekeytyy itse B:ksi
  - Oltava fyysisesti kytkettynä linkkiin



Haittaohjelma (malware) (1)

- itseään monistava: kun on saastuttanut yhden koneen, pyrkii levittämään kopioitaan muihin koneisiin
- Virus
  - Tarvitsee isännän levitäkseen ja vaatii yleensä käyttäjän toimintoa
  - Sähköpostin liitetiedosto, joka avataan
- Mato
  - Tulee tietoturva-aukosta ja leviää automaattisesti (Sasser) Slammer (2003 kaatoi 5 nimipalvelijaa))
  - Levinneimmät madot kyllä kulkivat sähköpostin liitetiedostoina
    - Morrisin mato (1988), Melissa (1999), Nimda (2001),Sobig (2003), ILoveYou,
  - Downadup (2007-2008): hyödyntää Microsoftin Windows-käyttöjärjestelmässä joulukuussa löytynyttä turvareikää, arvaa verkon salasanoja ja tartuttaa USB-muistitikkuja.

Downadup-madon tekijästä 2500000 dollarin palkkio!
MICROSOFT

Haittaohjelma (2)

- Troijalainen
  - on ohjelma, joka sisältää myös jotakin muuta kuin käyttäjä uskoo sen sisältävän. Suorittaa kyllä jonkun hyödyllisen toiminnon
  - Mutta lisäksi se voi
    - käynnistää viruksen, madon,
    - avaa takaportin tai muun haavoittuvuuden tietojärjestelmään
    - tehdä tiedonhakua, tietojen tuhoamista tai vastaavaa jopa jättämättä mitään jälkiä.

Vastatoimet? (1)

Pidä KJ:n turvapäivitykset ajan tasalla!

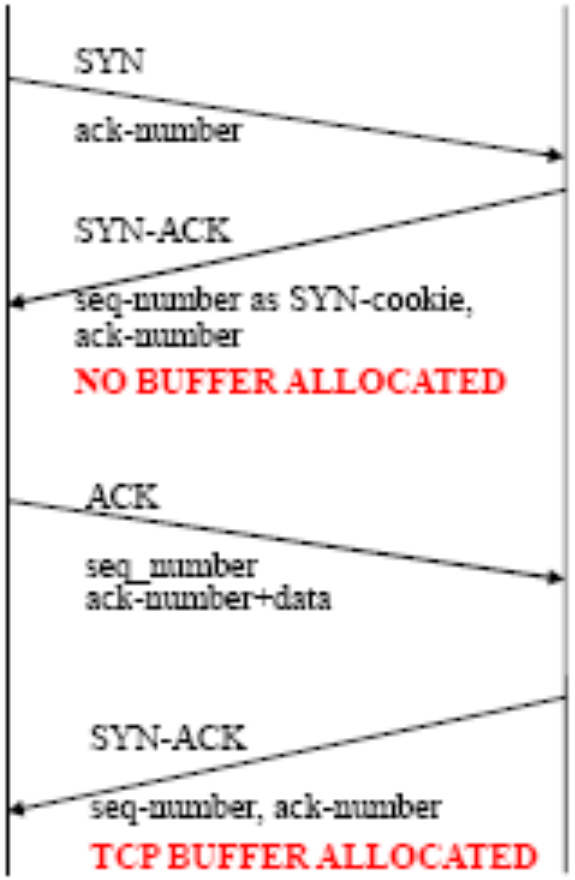
- Koputtelu
  - Käytä palomuuria
  - Seuraa liikennettä, reagoi, jos normaalista poikkeavaa
  - Seuraa aktiviteettia (IP-osoite, porttien koputtelu)
- Salakuuntelu
  - Käytä kaksipisteyhteyksiä Ethernet-kytkin keskittimen sijasta
  - Salakirjoitus
  - Tarkista, ettei verkkokortti ole promiscuous-moodissa
- IP-osoitteen väärentäminen
  - Lähetysverkossa helppo havaita ja estää
  - Yhdyskäytäväreititin voi tarkistaa, että lähettäjän IP-osoite kuuluu lähettävään verkkoon (ingress filtering)
  - Tutkimista ei voi tehdä pakolliseksi

Vastatoimet (2)

- Palvelunesto
  - Vaikea todeta / estää
  - Miloin SYN on oikeayhteyspyyntö, millloin osa hyökkäystä?
  - Palveluhyökkäyksen havaitsemis- ja estämisjärjestelmät
  - SYN cookie (seuraava kalvo)
  - ISP Hotline
- Haittaohjelmat
  - Turva-aukkopäivitysten asentaminen heti
  - Varovaisuus sähköpostiliitteiden kanssa
  - Älä asenna tai käytä ’tuntemattomia’ ohjelmia
  - Käytä palomuuria ja virustorjuntaohjelmia

SYN Cookies

- Client
  - sends SYN packet and ACK number to server
  - waits for SYN-ACK from server w/ matching ACK number
- Server
  - responds w/ SYN-ACK packet w/ initial SYN-cookie sequence number
  - Sequence number is cryptographically generated value based on client address, port, and time.
- Client
  - sends ACK to server w/ matching sequence number
- server
  - If ACK is to an unopened socket, server validates returned sequence number as SYN-cookie
  - If value is reasonable, a buffer is allocated and socket is opened



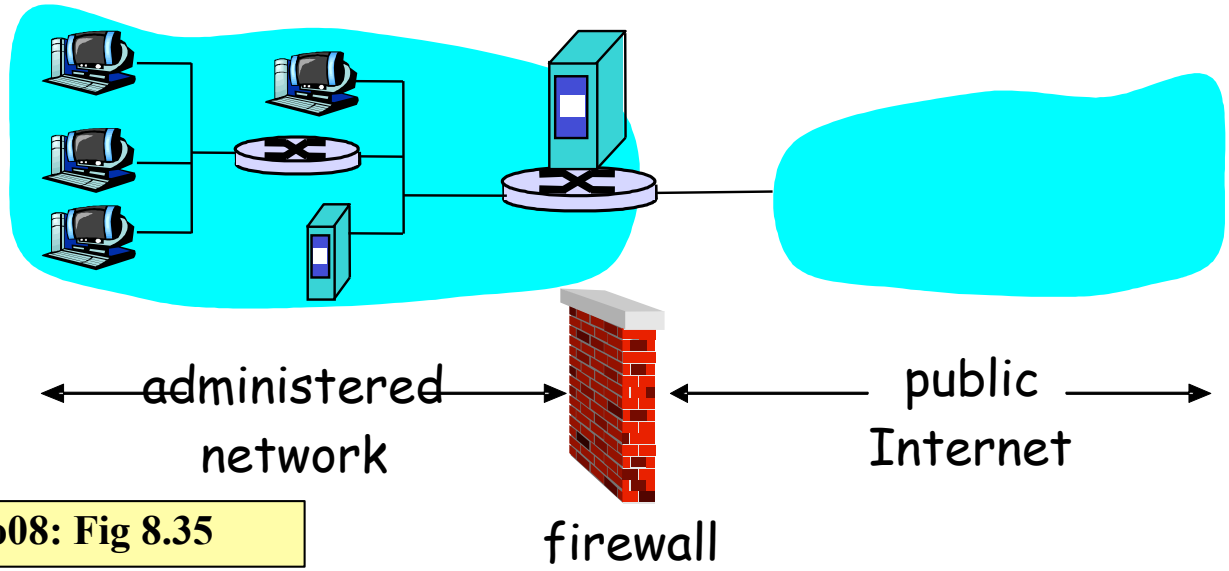
Tietoturvasta

Palomuuri

Ch 8.9.1

Palomuuri (firewall)

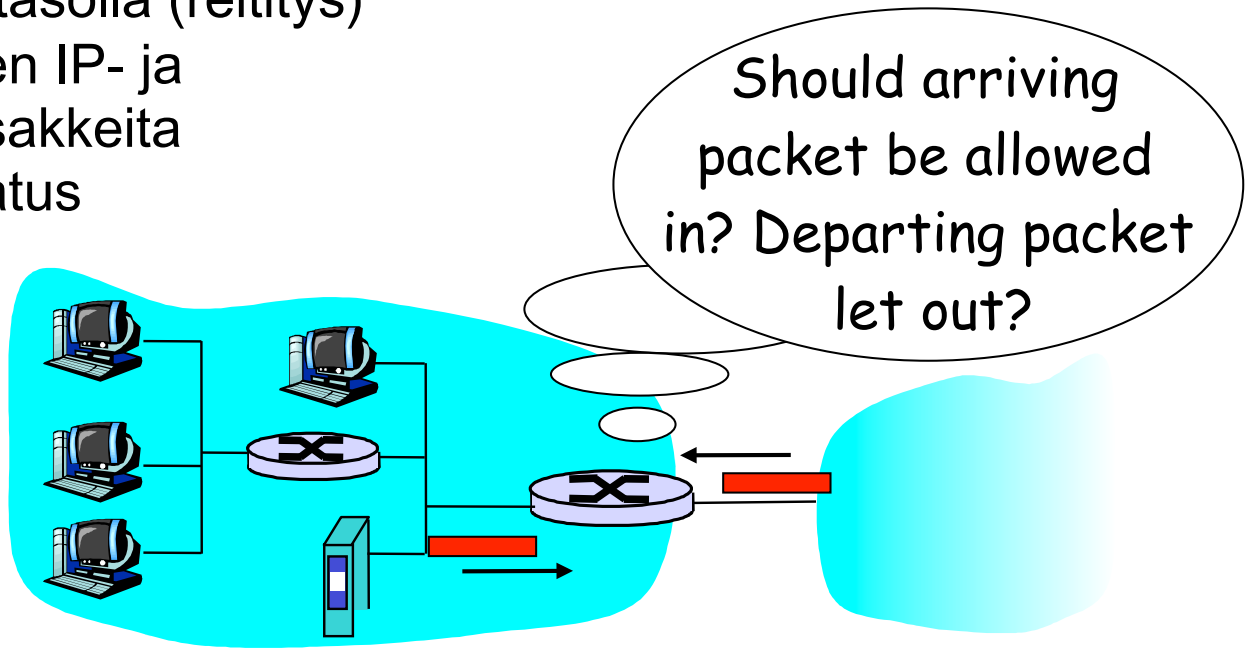
- Ohjelmisto + laitteisto
- Suodattaa (filteroi) liikennettä organisaation oman verkon (intranet) ja julkisen Internetin välillä
  - Osa IP-paketeista pääsee palomuurin läpi, osa ei



KuRo08: Fig 8.35

Kaksi erilaista palomuuria

- Paketteja suodattava palomuuri (packet filtering firewall)
  - Toimii verkkotasolla (reititys)
  - Tutkii pakettien IP- ja TCP/UDP-otsakkeita
  - Karkea suodatus



- Sovellustason yhdyskäytävä (application-level gateway)
  - Toimii sovelluskerroksella välittäjänä (relay)
  - Tutkii sovellusdataa
  - Hienojakoisempi suodatus

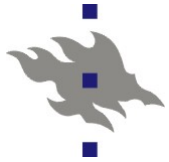
Palomuuri ja suodatus

- Ennalta annetut säännöt suodatukselle
  - Salliiko vai kieltääkö paketin etenemisen
- Säännöt otsakekenttien perusteella
  - Lähettäjän ja vastaanottajan IP-osoite
  - Protokollan tyyppi
  - TCP- ja UDP-porttinumerot
  - Kontrollisanoman (ICMP) tyyppi
  - TCP:n kättelysegmenttien SYN / ACK-bitit
- Eri säännöt lähteville ja tuleville paketeille
- Eri säännöt eri linkeille

Palomuuri ja suodatus (jatkuu)

- Esim 1: Estä IP-pakettien liikenne (sisään/ulos), jos protokolla = 17 tai portti = 23
  - Palomuuri hävittää kaikki UDP-paketit ja estää telnet-yhteydet
- Esim 2: Estä sellaisten tulevien TCP-pakettien liikenne, joissa ACK = 0
  - Vain ensimmäisessä segmentissä SYN = 1, ACK = 0
  - Palomuuri hävittää kaikki ulkoa tulevat TCP-yhteyspyyntöpaketit
  - Oman verkon koneet voivat silti ottaa yhteyttä organisaation ulkopuolisiin palveluihin

- www.cert.org/tech_tips/packet_filtering.html



Tilallinen pakettien suodatus

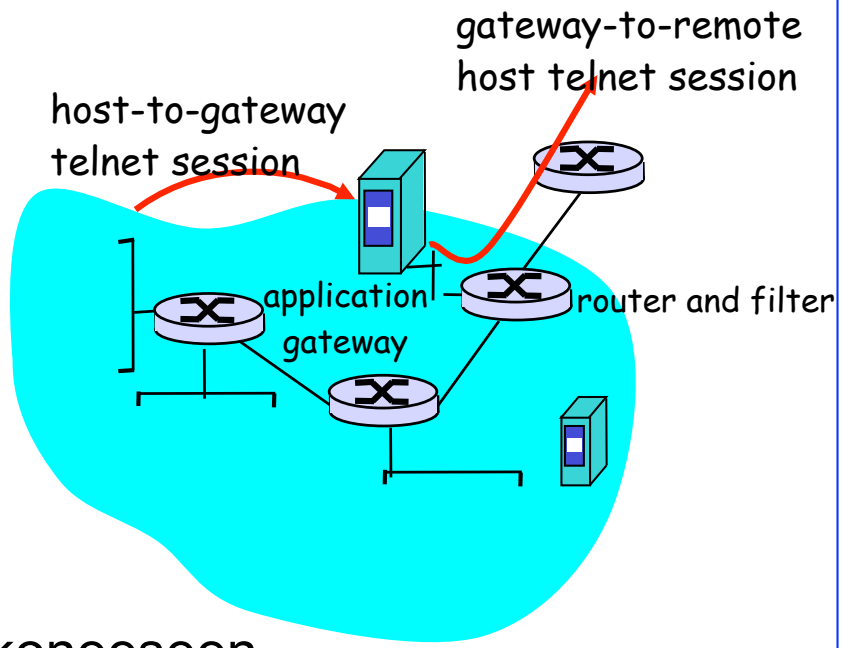
(Stateful packet filter)

- Säännöillä on hankala toteuttaa monimutkaisia estopoliitikoita
  - Sääntöjä tarvitaan helposti paljon, jopa tuhansia
  - Niitä käydään läpi jossain järjestyksessä => väärä järjestys voi aiheuttaa ongelmia / virheitä paketin käsittelyssä
- Suodatus kohdistuu yksittäiseen pakettiin

- **Tilallinen pakettien suodatus**
  - Suodatin tietää, mitkä TCP-yhteydet ovat käytössä
    - SYN, SYNACK ja ACK => yhteys muodostetaan
    - FIN-paketit => yhteys puretaan / poistetaan, jos ei käytetä (60 s)
    - Taulukko voimassa olevista TCP-yhteyksistä
  - Esim. intranetistä lähetetty web-kysely => päästetään vastaus läpi

Sovellustason yhdyskäytävä (Application gateway)

- **Kun halutaan hienojakoisempaa suodatusta**
  - Esim. Telnet-yhteyden salliminen tunnetuille käyttäjille, mutta näiden identiteetti on ensin todettava (autentikointi)
  - Tähän pelkkä IP/TCP/UDP-otsakkeiden tutkiminen ei riitä
- **Toimii välittävänä koneena (relay) sisäverkon ja Internetin välissä**
  - Eri sovelluksilla oma yhdyskäytäväprosessinsa
  - Esim. IMAP, SMTP, HTTP
- **Ulkoa yhteys ensin yhdyskäytäväkoneeseen**
  - Autentikoi tarvittaessa
  - Muodostaa yhteyden sisäverkon koneeseen (palomuuri sallii tämän vain sille)
  - Välittää sanomat sisään/ulos



Kuro08:Fig 8.36

Palomuuri / Yhdyskäytävä

- Yhteyttä haluavan on osattava ottaa yhteyttä yhdyskäytävään
  - Esim. Web-selaajalle on kerrottava proxy-palvelimen osoite
- Ei auta kaikkiin turvaongelmiin
  - IP-osoitteiden ja porttinumeroiden väärentäminen
  - Yhdyskäytäväohjelmissa voi olla turva-aukkoja
  - Langattomat yhteydet ja soittoyhteydet

Myös hyvin ylläpidetyt järjestelmät kärsivät hyökkäyksistä!

Käytännön ohjeita

Käytä palomuuria
Huolehdi KJ:n päivityksistä
Käytä virustorjuntaa
Hävitä haittaohjelmat

- Uusi kone
  - Älä kytke verkkoon ennenkuin olet ottanut palomuurin käyttöön
  - Päivitä käyttöjärjestelmä heti
- Yliopiston lisenssillä saat koneellesi F-Securen ja Symantecin virustorjunta- ja palomuuriohjelmat
  - https://www.helsinki.fi/atk/ohjelmajakelu/
- Muitakin ilmaisia ohjelmia löytyy
- Lue lisää esim. “Jokakodin tietoturvaopas”
  - www.tietoturvaopas.fi tai www.tietoturvakoulu.fi

Kertauskysymyksiä

- Mitä ominaisuuksia halutaan turvalliselta yhteydeltä?
- Millaisia uhkia verkkoihin (koneisiin, tietoliikenteeseen ja palveluihin) kohdistuu?
- Miten eri uhkiin pyritään varautumaan?
- Mitä ovat haittaohjelmat?
- Mikä on DoS? Entä DDoS?
- Miten palomuuri toimii? Mihin sitä käytetään?