

Planning the Implementation of Quality of Service in Multi-Protocol Label Switched Networks

Tekijä: Hannu Ahola

Valvoja: Prof. Raimo Kantola

Suorituspaikka: Radiolinja Aava Oy

Sisällysluettelo

- 1 Introduction
- 2 Quality of Service
- 3 MPLS QoS
- 4 Case Radiolinja Aava Oy
- 5 Basis for QoS Implementation
- 6 Laboratory Tests
- 7 Conclusions

Taustaa

- Radiolinja Aava Oy:llä oma MPLS IP runkoverkko
 - Monipalveluverkko (Mobiilioperaattorin liikenne + muut)
 - Suurikapasiteettiset linkit
 - Tehokkaat runkolaitteet (Cisco)
 - Ei ole ollut tarvetta QoS:lle
- Muuttunut tilanne
 - Tuotannon uudelleenjärjestelyt
 - Lisääntynyt kapasiteetin tarve
 - Uudet palvelut
- Tarve QoS:lle syntyy kustannustehokkuuden tavoittelemisesta

Teoria

- Miten määritellä palvelun tarvitsema laatu
 - Läpäisykyky
 - Pakettihävikki
 - Viive
 - Viiveen vaihtelu
- Service Level Agreement (SLA)
 - Määritellään reunaehdot edellä mainittuja muuttujia hyväksi käyttäen

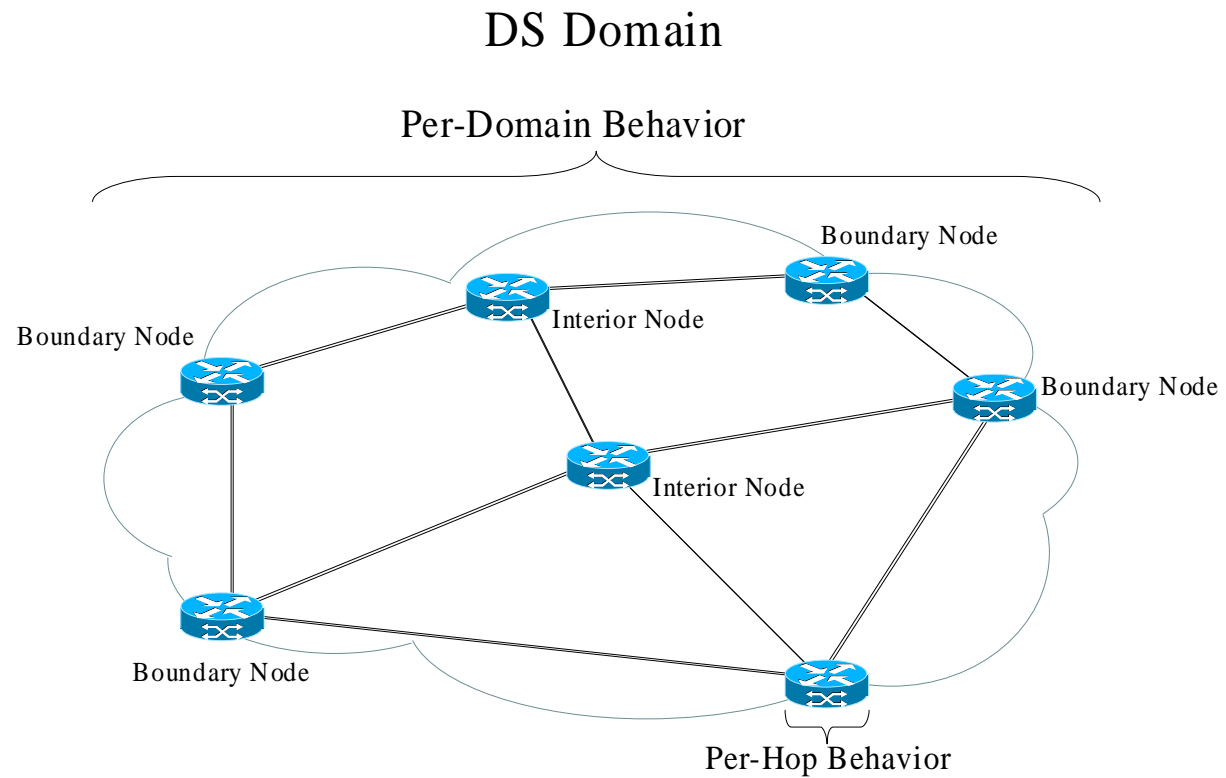
IP QoS 1/2

- Integrated Services (IS) with Resource Reservation Protocol (RSVP)
 - Resurssit verkosta varataan etukäteen
⇒ Signaointi
 - Enemmän toiminteita reitittimellä
 - Monimutkaisempi
 - Kaikki laitevalmistajat ei vielä tue
 - Tietyille palveluille täytyy olla aina resursseja saatavilla

IP QoS 2/2

- Differentiated Services (DS)
 - Ei resurssien varausta etukäteen
 - Ei signalointia
 - Koko verkolla täytyy olla yhtenevät palveluluokat
 - Pakettien luokittelu ja merkintä tapahtuu domainin rajalla
 - Merkintä tehdään DSCP-kenttään
 - IPv4 TOS tai IPv6 Traffic Class octet
 - Paketille annetaan sen luokan mukainen kohtelu domainin sisällä
 - Per-Hop-Behaviour (PHB), yksittäisessä laitteessa
 - Assured Forwarding PHB (AF PHB)
 - Expedited Forwarding PHB (EF PHB)
 - Per-Domain-Behaviour (PDB), koko domainin käyttäytyminen
 - DSCP-koodeilla ja palveluluokilla on standardin asettamat suositukset

PHB & PDB



DSCP koodit

AF PHB

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Low Drop Precedence	AF11 = 001010	AF21 = 010010	AF31 = 011010	AF41 = 100010
Medium Drop Precedence	AF12 = 001100	AF22 = 010100	AF32 = 011100	AF42 = 100100
High Drop Precedence	AF13 = 001110	AF23 = 010110	AF33 = 011110	AF43 = 100110

EF PHB

101110

Toiminteet

- Pakettien luokittelu (Classifying)
 - Behaviour Aggregate (BA)
 - Luokittelee paketin vain DSCP kentän perusteella
 - Multi-Field (MF) classifiers
 - Luokittelee paketin useamman kriteerin perusteella
 - Kohde/lähde IP-osoite
 - Protokolla
 - Porttinumero ym.
- Mittaus (Metering)
 - Mittaa palveluluokan tilaa
 - Mahtuuko saapuva paketti palveluluokalle määriteltyihin resurssirajoihin
- Pakettien merkintä (Marking)
 - Paketit merkitään ennalta konfiguroitujen määritelmien mukaisesti
 - Mittaustoiminteesta, mikäli sitä käytetään, saadaan tieto pitääkö paketin merkintää muuttaa, esimerkiksi luokan resurssien ylittyessä
- Pakettien käsittely (Policing & Shaping)
 - Mikäli luokalle määritellyt resurssit ylittyvät, paketteja tiputetaan tai viivästetään, mikäli mahdollista, siten että luokalle määritellyt resurssit eivät ylitä

Toteutus käytännössä

- QoS toteutetaan käytännössä:
 - Estämällä ruuhkan muodostuminen etukäteen (Congestion Avoidance)
 - Jonokurit
 - Tail Drop
 - Random Early Detection (RED)
 - Weighted RED (WRED)
 - Hallitsemalla ruuhkaa (Congestion Control)
 - Pakettien lähettäminen ruuhkatilanteessa
 - First In First Out (FIFO)
 - Priority Queuing (PQ)
 - Class Based Queuing (CBQ)
 - Weighted Fair Queuing (WFQ)

MPLS QoS 1/2

- Perinteinen MPLS ja DS on sovitettu yhteen, eli mitään uutta ei ole keksitty
- Kaksi eri tapaa kuljettaa tieto palveluluokasta aktiivilaitteeseen
 - EXP-Inferred-PHP Scheduling Class Label Switched Path (E-LSP)
 - Paketin luokka määräytyy ainoastaan EXP-kentän (3-bit) mukaisesti
 - Samaa leimakytkettyä polkua voi käyttää useampi eri palveluluokan omaava paketti
 - 8 mahdollista luokkaa
 - DSCP-kentästä kopioidaan automaattisesti kolme ensimmäistä bittiä EXP-kenttään
 - Label-Only-Inferred-PSC LSP (L-LSP)
 - Paketin palveluluokka määräytyy leiman mukaisesti, EXP-kenttää voidaan käyttää kertomaan prioriteetti luokan sisällä
 - Jokaiselle eri palvelunlaatuluokalle täytyy olla oma leimakytketty polku, vaikka itse paketit kulkisivatkin samojen laitteiden välillä
 - L-LSP menetelmää ei kaikki laitevalmistajat vielä tue

MPLS QoS 2/2

- Yhteys EXP-kentän ja palveluluokkien välillä voidaan muodostaa kahdella tavalla
 - Manuaalisesti konfiguroimalla
 - Signaalointiprotokollalla
 - RSVP
 - Uusi muuttuja PATH-viestiin
 - Label Distribution Protocol (LDP)
 - Uusi TLV muuttuja

MPLS Shim Header

a)	Layers 3 to 7	Layer 2		
b)	Layers 3 to 7	Shim	Layer 2	
c)	TTL (8)	S (1)	EXP (3)	Label (20)

a) Original IP packet with layer 2

b) The same packet with the MPLS Shim

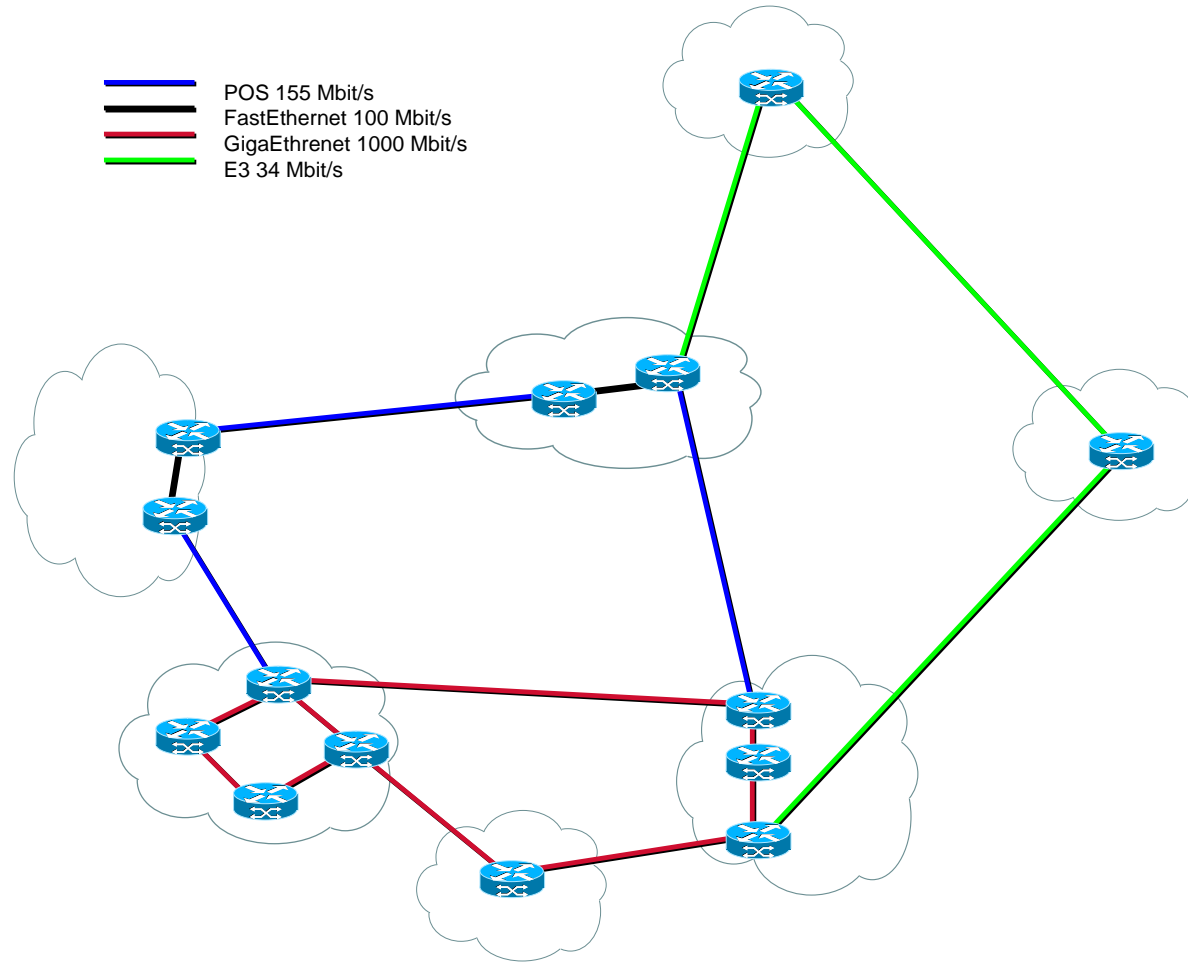
c) Content of the Shim Header. Number of bits is in brackets

Radiolinja Aava Oy

- Osa ELISA konsernia
 - 1.7.2004 lähtien tytäryhtiöt liitetään emo-ELISAan
- n. 160 työntekijää
- Tarjoaa Käyttö-, hallinta- ja ylläpitopalveluita asiakkailleen
- Sisäisiä ja ulkoisia asiakkaita

MPLS runkoverkko

- POS 155 Mbit/s
- FastEthernet 100 Mbit/s
- GigaEthernet 1000 Mbit/s
- E3 34 Mbit/s



Runkoverkon laitteet & ohjelmistot

- Cisco 7304 + NSE-100
 - Käytetään suurimmissa laitetiloissa
 - Vahvasti kahdennettu
 - Uusi malli
 - 12.2.11YZ1
 - Ainut versio jossa tarvittavat ominaisuudet
- Cisco 7200 sarja
 - Ei niin tehokas varsinkaan vanhemmilla prosessorikorteilla
 - Teholähteet kahdennettu
 - 12.2.14S
 - Uusin prosessorikortti vaatii tämän ohjelmiston
 - Tarvittavat ominaisuudet löytyy

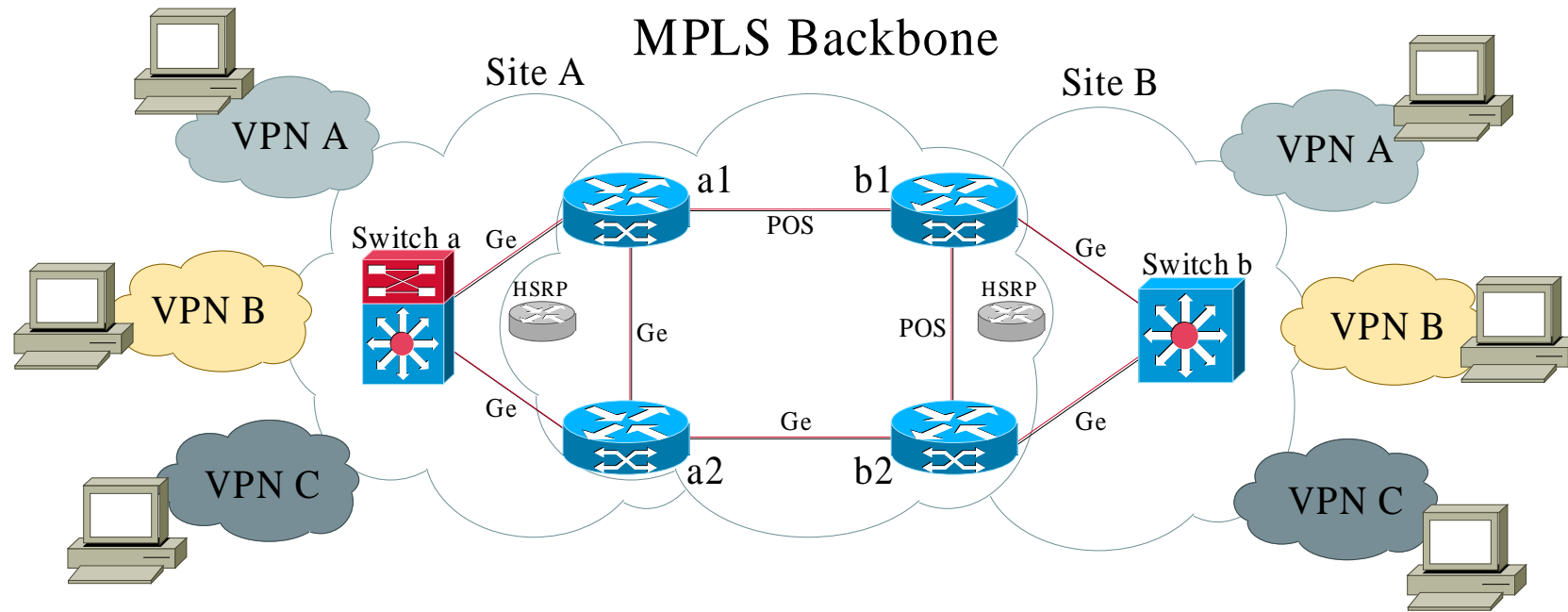
QoS suunnittelu

- Kaikki palveluluokat konfiguroitava jokaiseen runkoverkon aktiivilaitteeseen
 - Koska palvelut hajautettuja
 - Varalinkit kulkevat toisten solmujen kautta
- Reaaliaika luokka
 - Voice over IP palvelu
 - Videoneuvottelu
 - Viive, viiveen vaihtelu ja pakettihäviö taattu
- Taatun kaistan luokka
 - Videolähetykset
 - Viive voi vaihdella, mutta palvelulle on taattu kaista
 - Tärkeät sovellukset
- Massasovellusten luokka
 - Varmenteiden otto
 - Sallitaan tietty liikenne, mutta estetään sovellusta käyttämästä liikaa resursseja
- Default luokka
 - Saa loput resurssit
- Sovellusten löytäminen vaikeaa, koska kaikki ovat saaneet parasta palvelua

Testiympäristö

- Testiympäristö rakennettiin vastaamaan tuotantoa mahdollisimman tarkasti
 - Laitteet
 - Linkit
 - Varmennetut solmupisteet
 - Ohjelmistoversiot joista löytyi dokumentaation perusteella tarvittavat ominaisuudet
- Liikenne generoitiin testejä varten palvelimilla ja työasemilla joissa oli liikennegeneraattorit

Testiympäristö



Testit

- Testit aloitettiin peruskonfiguraatiolla
 - Vain tarvittavat määrykset MPLS toiminnallisuuden saavuttamiseksi
- Tämän jälkeen tarkoitus oli testata:
 - Miten suunnitellut palveluluokat on mahdollista konfiguroida käytännössä
 - Miten palveluluokkien toteutukseen käytetyt ominaisuudet oikeasti toimivat
 - Nykyisen laitteiston tehokkuus uusien ominaisuuksien kanssa

Testituloksia

- Peruskonfiguraatio:
 - 7200 sarja toimii hyvin
 - 7300 sarjassa em. ohjelmistoversiolla todennettiin ohjelmistovikoja jo peruskonfiguraatiolla
 - CEF hukkaa paketteja
 - Vika rajottui hallinta VLANiin
 - POS-linkki lakkaa välittämästä liikennettä
 - POS-linkit jouduttiin korvaamaan GigabitEthernetillä testauksia varten

QoS Konfiguraatio

```
class-map match-any gold
  match access-group name gold
class-map match-any voip
  match mpls experimental 5
class-map match-any bronze
  match access-group name bronze
class-map match-any silver
  match access-group name silver
class-map match-all data1
  match mpls experimental 3
class-map match-all data2
  match mpls experimental 2

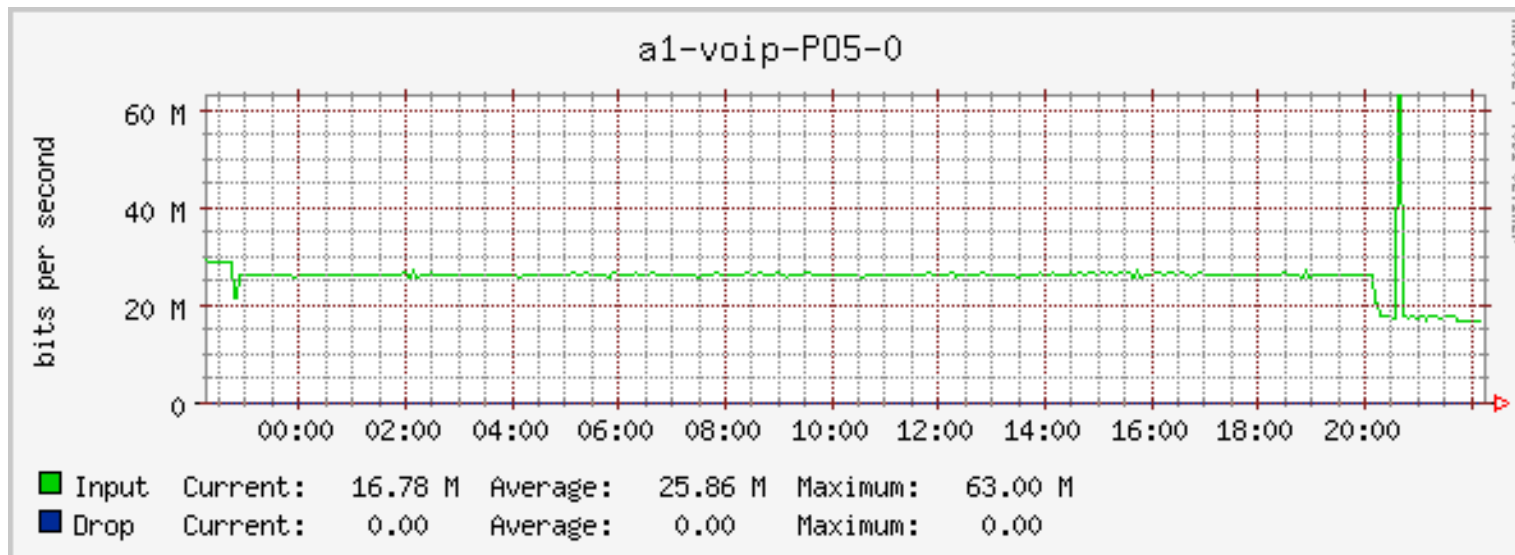
/* Policy map configuration to attach class maps together to form a policy and define actions for each class */
policy-map SETDSCP
  class gold
    set mpls experimental 5
    set ip dscp ef
  class silver
    set mpls experimental 3
    set ip dscp af31
  class bronze
    set mpls experimental 2
    set ip dscp af21
  class class-default
    set mpls experimental 0
    set ip dscp default

policy-map bb
  class voip
    priority percent 10
  class data1
    police 20000000 625000 625000 conform-action transmit exceed-action drop violate-action drop
  class data2
    shape average 30000000
/* QoS policy is attached under every interface, which traffic should be differentiated */

interface GigabitEthernet0/0.30
  service-policy input SETDSCP
interface GigabitEthernet0/0.201
  service-policy input SETDSCP
interface GigabitEthernet0/0.202
  service-policy input SETDSCP
```

QoS Testituloksia

- Palveluluokat ja niiden konfiguroimiseen tarkoitetut ominaisuudet toimivat hyvin



Suorituskykytestit

- 7300 sarjan reititin
 - Laitteella ei ole suorituskykyongelmia
 - Prosessorikuorma pysyi alhaalla koko testien ajan
- 7200 sarjan reititin
 - NPE-G1
 - Ei suorituskykyongelmia
 - NPE-400
 - Kykenee välittämään liikennettä FastEthernet nopeuksiin asti ongelmitta
 - NPE-300
 - Ei sovellu suurimpien solmupisteiden reittitimeksi

Lopuksi

- Alustava arkkitehtuuri palvelun laatuluokkien toteuttamiseksi saatiin tehtyä
- Ominaisuudet em. palveluluokkien toteuttamiseksi on periaatteessa olemassa, mutta käytännössä ne eivät kuitenkaan toimi vielä riittävän luotettavasti
 - Palveluluokkia ei voida vielä toteuttaa näillä ohjelmistoversioilla tuotantoon.
- Testien loppuessa uudet ohjelmistoversiot on jo julkaistu, joten testaukset jatkuu
- Lopputyön puitteissa rakennettu laboratorioympäristö ja testitapaukset mahdollistavat uusien ohjelmistoversioiden nopean testaamisen

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.