

# PNNI - Private Network to Network Interface

- Principles
- Topology concepts
- Routing Protocols
- Topology aggregation
- Call setup and routing algorithm

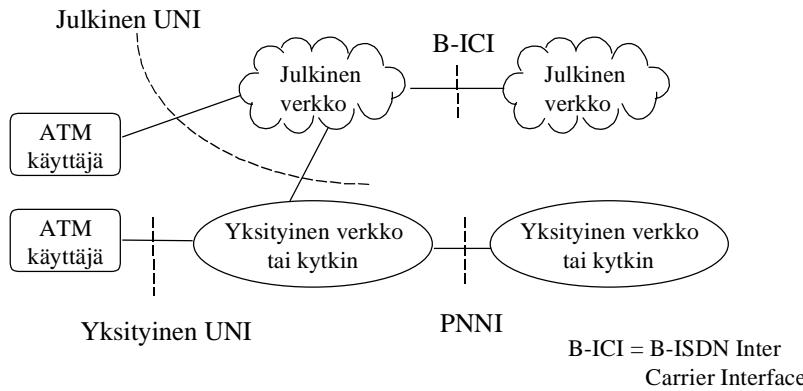
## Private-Network-to-Network Interface (PNNI) on tarkoitettu yhdistämään yksityisen verkon ATM kytkimiä

- PNNI sisältää reititys- ja signaalointiprotokollan.
- Vaatimuksia ovat skaalautuvuus, tehokkuus, QoS tuki, vikasietoisuus linkkien ja solmujen suhteen sekä yhteiskäyttö muiden protokollien kanssa.
- PNNI-reititys perustuu OSPF:n tapaan verkkotopologiaan, jota hierarkisoidaan ja aggregoidaan.
- PNNI signaalointi periytyy ATM-Forumun UNI merkinannosta. Lisänä lähdereititys ja crankback.

# Miksi?

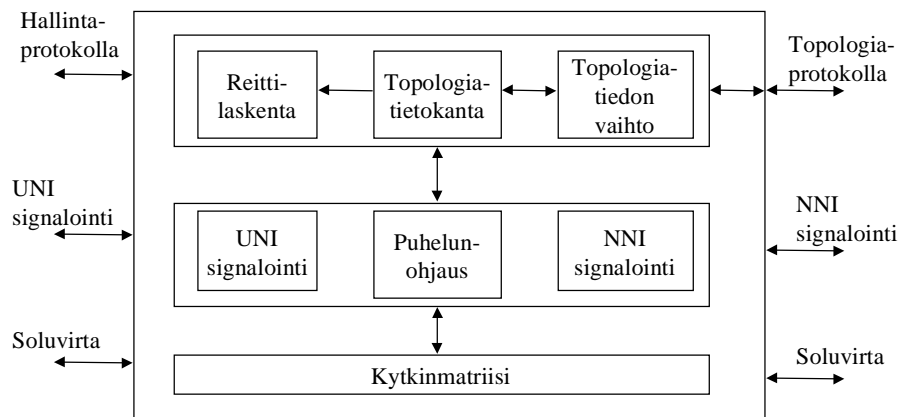
Miksi PNNI perustuu lähdereititykseen?

## ATM Forumin mallissa PNNI yhdistää yksityisiä verkkoja



PNNI 1.0 speksi on af-pnni-0055.000, päivätty maaliskuussa 1996, yli 365 sivua.

## PNNI:n solmun referenssimalli on



S38.122/RKa s-99

6-5

## PNNI reititustoimintoja ovat

- Naapureiden ja linkkien tilan havaitseminen *huomioprotokollan* avulla. *Vertaisryhmien* muodostus.
- Topologiatietokantojen synkronointi välittämällä *topologiatilaelementtejä* (PSTE -PNNI Topology State Elements) horisontaalisesti ryhmän sisällä.
- *PGL:ien valinta* topologiatilaelementtien tietojen perusteella.
- Topologiatiedon aggregointi (PGL:n homma).
- Reititushierarkian muodostaminen (PGL välittää äitiryhmälle aggregoimansa tiedot)

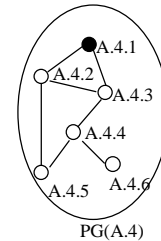
S38.122/RKa s-99

6-6

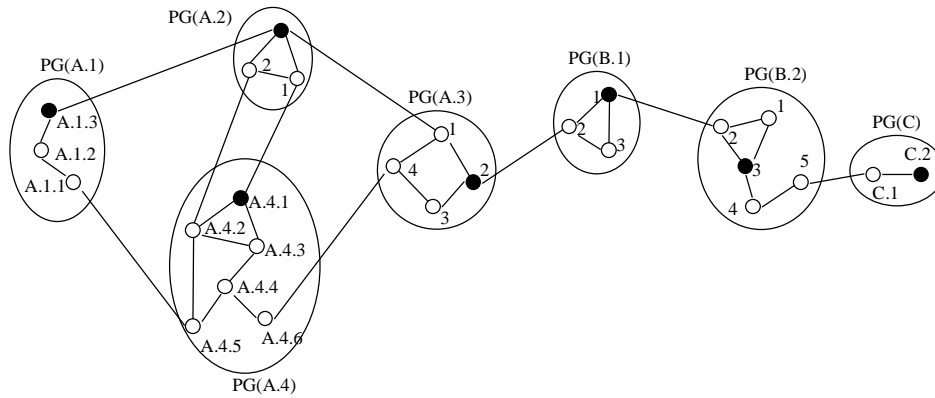
## Tarkastellaan PNNI topologiakäsitteitä ja topologiaprotokollia

## Vertaisryhmä on PNNI reitityksen avainkäsite

- Vertaisryhmä on *loogisten solmujen* joukko, joiden näkemät verkkotopologiatiedot ovat samat. Tämä sisältää sekä ryhmän oman topologian, että muun verkon kuvauksen.
- Solmuilla on yhteinen osoiteprefiksi (esim A.4) tehokkaan koodauksen takia. Prefiksi on konfigurointiparametri ja sen asettaa operaattori.
- Vertaisryhmän toimiva koko on max. kymmeniä solmuja (esim 30 .... 50).



## Esimerkkitopologia

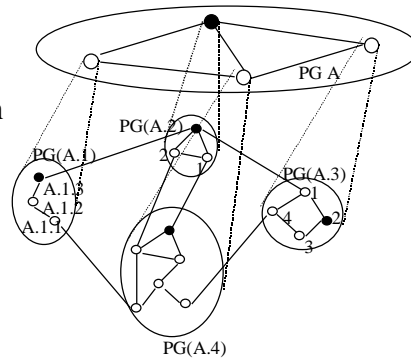


S38.122/RKa s-99

6-9

## Vertaisryhmät muodostavat hierarkian

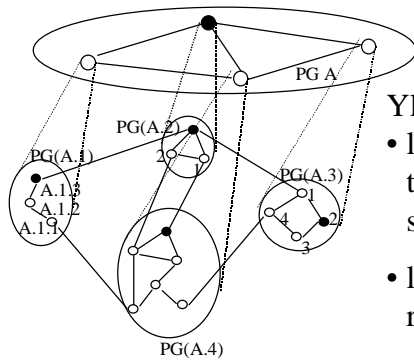
- Vertaisryhmän johtaja, PGL -peer group leader (vrt. designated router OSPF:ssä) aggregoi ryhmän kuvauksen ja välittää sen hierarkiassa seuraavalle vertaisryhmälle.
- PGL myös vastaanottaa ulkoiset topologiatiedot ja levittää ne ryhmäänsä.
- Vertaisryhmät muodostavat hierarkian. Osoiteresoluutio huononee eli prefiksi lyhenee ylöspäin. Prefixin pituus kertoo hierarkiatason, eli tasojen numerointi alkaa “ylhäältä”.



S38.122/RKa s-99

6-10

## Topologia koostuu loogisista solmuista ja loogisista linkeistä



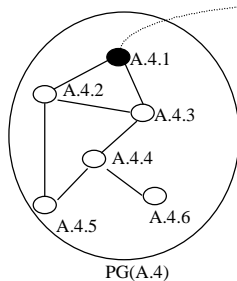
Ylemmillä tasoilla:

- looginen solmu edustaa seuraavaa alemman tason vertaisryhmää. Käytännössä loogisen solmun toiminnot hoitaa edellisen tason PGL.
- looginen linkki = alemman tason vertaisryhmiä yhdistävä suora linkki

Alimman tason vertaisryhmässä

- looginen solmu = fyysinen solmu.
- looginen linkki = fyysinen linkki

## Vertaisryhmän johtajan valinta on pitkälle automaattista eikä häiritse yhteyksien muodostusta



PGL:n tehtävänä on

- aggregoida ryhmänsä topologia
- välittää se ylöspäin vertaisryhmähierarkiassa
- vastaanottaa ylempää hierarkiasta lähetetty topologia ja levittää se omaan ryhmään.

- *PGL voidaan uudelleevalita automaattisesti operaattorin puuttumatta asiaan.*
- *PGL valinta perustuu kerättyihin topologiatietoihin*
- *Kaikkien solmujen ei tarvitse olla vaalikelpoisia.*
- *Valittavalla pitää olla tarpeeksi korkea prioriteetti ja sen pitää tietää äiti-vertaisryhmän tunniste*
- *Valitun PGL:n prioriteetti nostetaan stabiilisuussyistä*

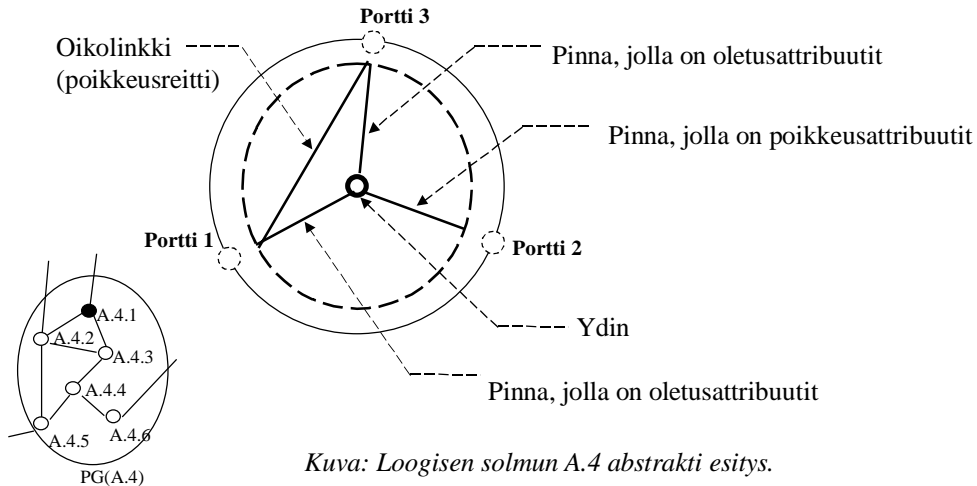
# Topologiatilaelementit (PSTE:t) kuvaavat topologian

PSTE:t muodostetaan huomioprotokollan välittämistä tiedoista ja levitetään vertaisryhmiin.

Otsikko	<i>PTSE:n tunnistetiedot, järjestystiedot PTSE:n vanhenemistiedot</i>
lähettäjän tiedot	<i>Lähettäjän tunniste Lähettäjän reitityskyvyt, vaalikelpoisuus ja PGL prioriteetti</i>
käsitys topologiasta	<i>Linkkien (horisontaalinen/vertikaalinen) ja solmujen parametrit: jaetaan attribuutteihin ja mittoihin (metriikkoihin)</i>
saavutettavuus-tiedot	<i>Sisäiset ja ulkoiset (myös ei-PNNI) osoitteet, joihin solmu reitittää liikennettä</i>

PSTE - PNNI Topology State Element.

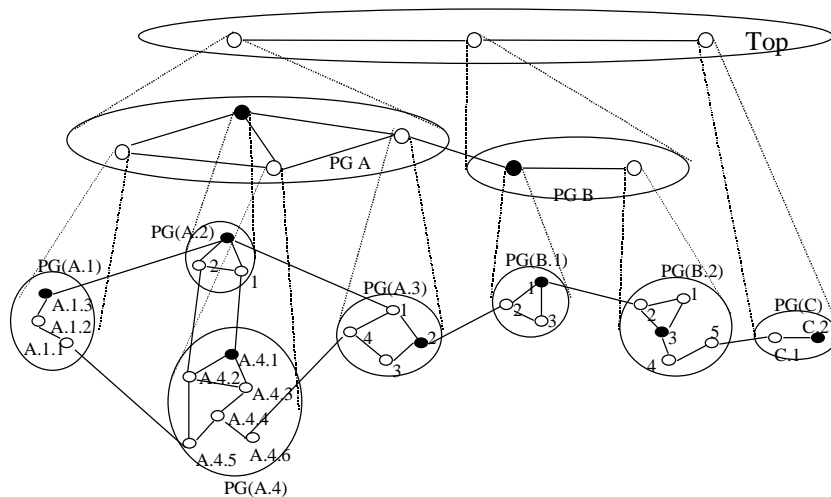
## Vertaisryhmän topologia voidaan aggregoida abstrahoimalla sen rakenne loogiseksi solmuksi



## Vertaisryhmäjohtajat muodostavat ja ylläpitävät ryhmien hierarkiaa

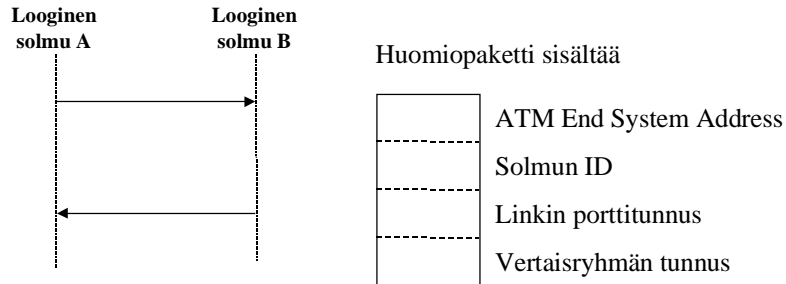
- Pohjatason PGL:t muodostavat äiti-vertaisryhmiä
- Äitiryhmässä on yhtenäinen topologiakuva
- Äitiryhmän topologiakuva jaellaan lapsiryhmiin
- Äitiryhmän solmut valitsevat johtajan
- Äitiryhmän johtaja edustaa ryhmää seuraavan tason vertaisryhmässä
- Ryhmäjäsennyksen avainkriteeri on *pisin yhteinen osoite-prefiksi*

## Esimerkin topologiahierarkia



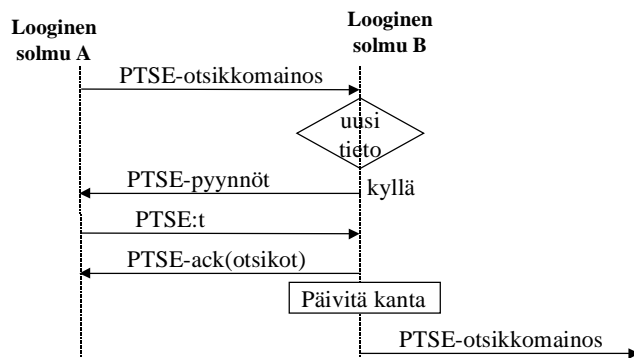


## Huomioprotokolla toimii tunnetulla VCC:llä naapureiden välillä

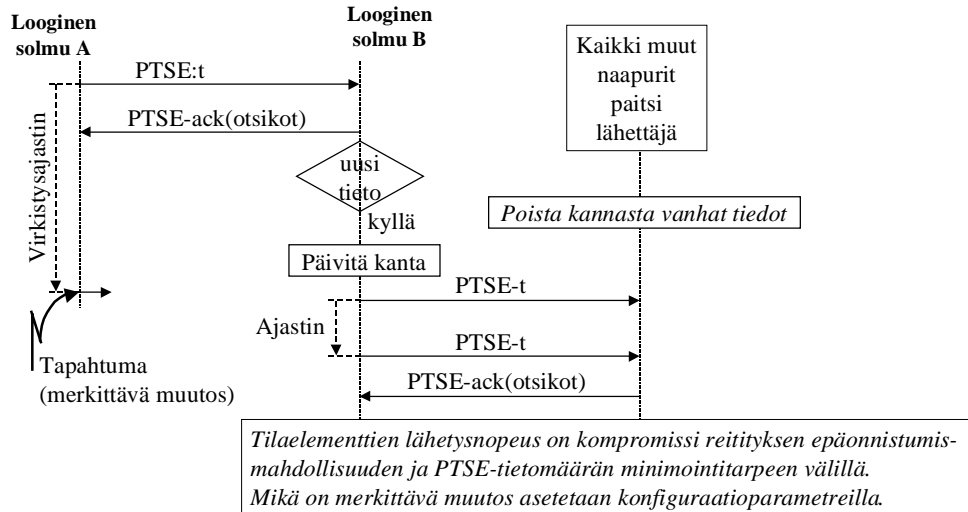


- *Huomioprotokolla toimii jatkuvasti ja paljastaa linkkien vikaantumisen.*
- *Protokollan tiedoilla muodostetaan topologiatietokannan ensimmäinen versio.*

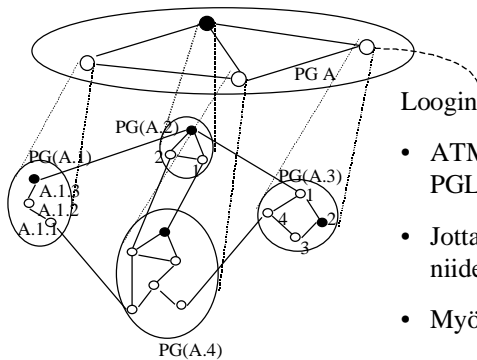
## Kun naapurit on tunnistettu Huomio-protokollan avulla, topologiakannat synkronoidaan



## PNNI levitysprotokolla on OSPF-levitysprotokollan kaltainen



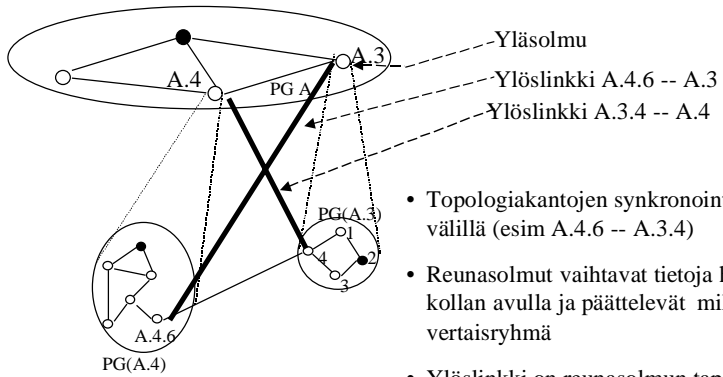
## Ylemmän tason vertaisryhmät ovat alimman tason ryhmien kaltaisia



Looginen ryhmäsolmu (looginen solmu)

- ATM End System Address (eri SEL kuin PGL)
- Jotta loogiset ryhmäsolmut voisivat kommunikoida niiden välille muodostetaan VCC -yhteydet
- Myös ylemmällä tasolla valitaan PGL
- Kaikkein ylimmällä tasolla PGL:ää ei kuitenkaan tarvita.

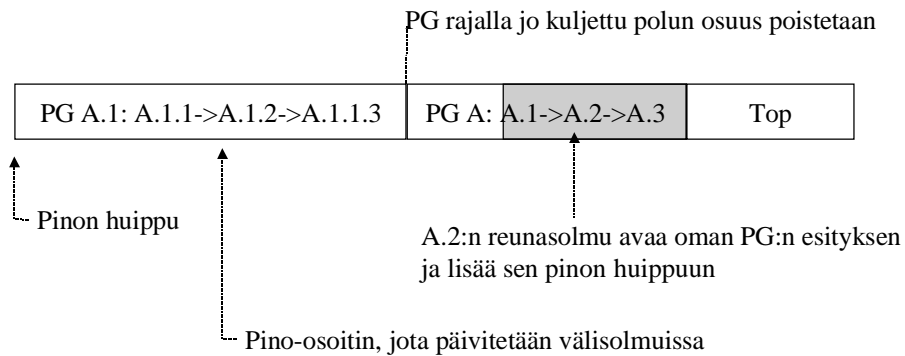
## Reunasolmut kuvaavat yhteydet naapuri-ryhmiin ylöslinkkeinä



- Topologiakantojen synkronointia ei tehdä vertaisryhmien välillä (esim A.4.6 -- A.3.4)
- Reunasolmut vaihtavat tietoja hierarkiasta Huomioprotokollan avulla ja päättävät mikä on alin yhteinen vertaisryhmä
- Ylöslinkki on reunasolmun tapa kertoa ryhmälleen yhteyksistä ylemmän tason naapuriin
- Ylöslinkkitiedoilla (PGL:t)/loogiset ryhmäsolmut voivat muodostaa VCC:t solmusta toiseen

## PNNI signalointi ja reititysalgoritmi

## Hierarkkinen pinoesitys A.1.1 :sta C.2:een kertoo reitin



Puhutaan DTL -pinosta (designated transit list)

## Metriikat kumuloidaan reittilaskennassa

PNNI tukee QoS reititystä/reittien optimointia

- viiveen vaihtelun (CDV - cell delay variation)
- maksimiviiveen (maxCTD - Maximum Cell Transfer Delay)
- hallinnollisen painon mukaan (AW - administrative weight)
  - administraattori voi itse asettaa AW:n tulkinnan

*Optimointi tehdään yhdellä kriteerillä kerrallaan.*

## Topologia-attribuutit huomioidaan reitilaskennassa yksi kerrallaan

Suorituskykyyn/resursseihin liittyvät parametrit

<ul style="list-style-type: none"><li>• Soluhukan todennäköisyys <math>CLP=0</math> soluille <math>CLP_0</math></li><li>• Soluhukan todennäköisyys <math>CLP=0+1</math> soluille <math>CLP_{0+1}</math></li><li>• Maksimisolunopeus (maxCR - Max Cell Rate)</li><li>• Käytettävissä oleva solunopeus (AvCR - Available Cell Rate)</li><li>• Rajasolunopeus (CRM - Cell Rate Margin)</li><li>• Varianssitekijä (VF - variance factor)</li></ul>	RAIG tiedot
--	-------------

- Haarautumisen rajoituslippu (Restricted Branching Flag)

*Kauttakulun rajoituslippu (restricted transit flag) luetaan hallinnollisiin parametreihin (policy).*

*RAIG - Resource Availability Information Group*

## Yhteyden muodostus perustuu hierarkian mukaiseen lähdereititykseen

1. Jos kohdeosoite on samassa vertaisryhmässä, lähtösolmu laskee reitin valmiiksi
2. Jos kohdeosoite on eri vertaisryhmässä
  - 2.1. Lähtösolmu hakee alimman yhteisen vertaisryhmän ja muodostaa DTL pinon
  - 2.2. Lähtösolmu lähettää yhteyspyynnön pinon huipun DTL-ohjeen mukaan.  
Välisolmut päivittävät pino-osoitinta.  
PG rajalla alimman tason osuus pinosta on kulutettu ja poistetaan pinosta.  
Yhteyspyyntö lähetetään PG rajan yli.
  - 2.3 Vastaanottava *reunasolmu* etsii kohdetta omasta vertaisryhmästä, jos löytyy se laskee reitin valmiiksi. Jos ei löydy, se laskee polun alimman tason ryhmänsä läpi kohti solmua, jolla on sopiva linkki ulospäin ja päivittää sen pinon huippuun. Jatka kohdasta 2.2.

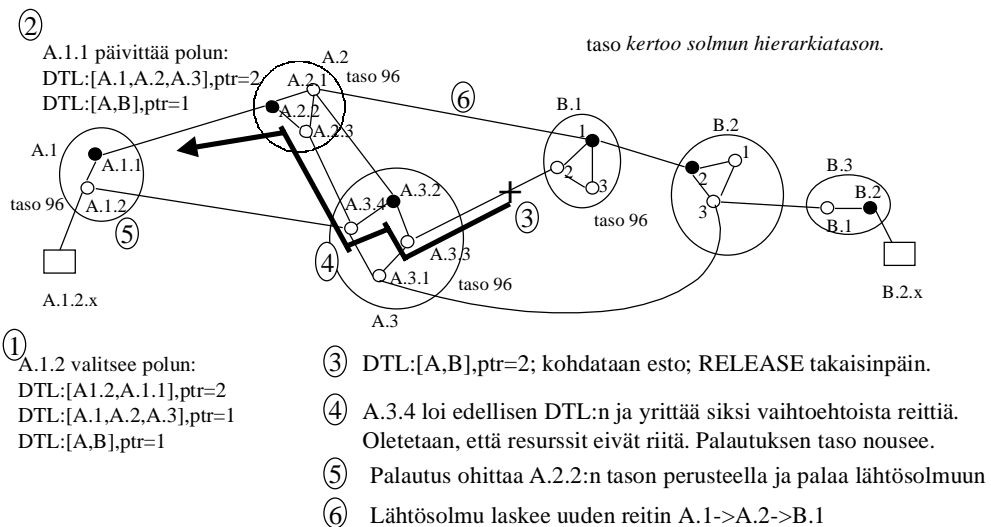
## Jos PNNI yhteys kohtaa estoa, yhteys palautetaan taaksepäin (crankback)

- Palautus joudutaan tekemään, jos kaikkea topologiatietoa ei ole ehditty mainostaa.
- Palautuksen takia, mikä tahansa polun solmu voi joutua tekemään reitityspäätöksen.
- Palautus tapahtuu DTL:n mukaisessa järjestyksessä.
- Palautus jatkuu normaalisti niin kauan, että alkuperäinen reittivalinta/policy voidaan pitää voimassa: Ensin lähimpään reunasolmuun, sitten seuraavan ylemmän tason reunasolmuun jne.

S38.122/RKa s-99

6-27

## Palautus tapahtuu reuna- tai lähtösolmuun



S38.122/RKa s-99

6-28

## PNNI reititys peruseriaatteita ovat

- ♣ Reititys tapahtuu *vertaisryhmittäin* (PG - peer group).
- ♣ Valittua reittiä kuvataan *DTL-listalla/pinolla* (designated transit list), alkuperäis-DTL-pinon muodostaa lähtösolmu.
- ♣ Kunkin transitvertaisryhmän *reunasolmu (tulosolmu)* päivittää DTL-pinoa laskemalla reitin oman ryhmän läpi ja lisäämällä sen pinon huippuun.
- ♣ Vertaisryhmän sisäiset solmut toimivat DTL-ohjeen mukaan ja päivittävät *DTL-osoitinta*.
- ♣ Jos kohdataan estoa, yhteyspyyntö *palautetaan taaksepäin* niin pitkälle, että sopiva reunasolmu voi valita vaihtoehdoisen reitin.
- ♣ Kaikissa tilanteissa koko reitti pyritään valitsemaan lähtösolmun hyväksymien *QoS parametrien* mukaan.