

PNNI - Private Network to Network Interface

Principles

Topology concepts

Routing Protocols

Topology aggregation

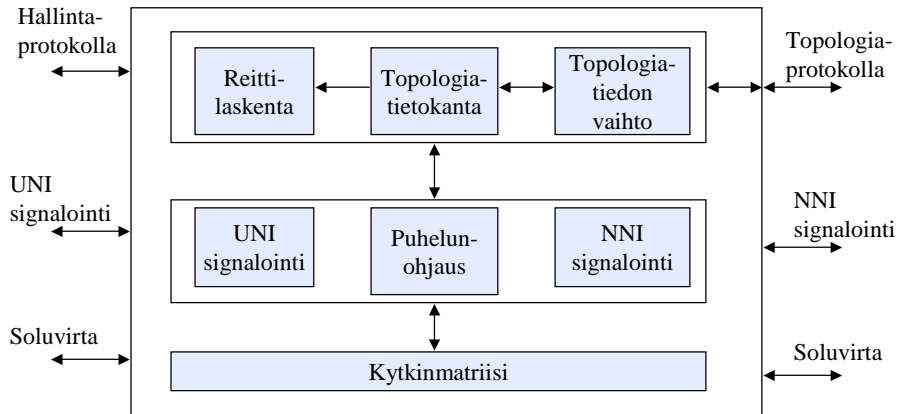
Call setup and routing algorithm

ATM:n perusteita

- ATM = Asynchronous Transfer Mode
- Yhteydellinen siirto
 - VCI (Virtual channel identifier)
 - VPI (Virtual path identifier)
- Tieto lähetetään kiinteän mittaisissa paketeissa, *soluissa*
 - 5 tavua otsikko + 48 tavua data → solun pituus 53 tavua
- Kahdentyyppisiä liitäntöjä
 - UNI (User-network interface)
 - Kytkee päätelaitteen kytkimeen
 - NNI (Network node interface)
 - Kahden kytkimen välinen liitäntä
- Sekä UNI että NNI voidaan jakaa yksityiseen ja julkiseen versioon

- 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 signaali periytyy ATM-Forumin UNI merkinannosta. Lisänä lähdereititys ja crankback.

PNNI:n solmun referenssimalli on



S-38.121 S-02 / RKa, NB

PNNI-5

PNNI reititystoimintoja ovat

- Naapureiden ja linkkien tilan havaitseminen huomioprotokollan avulla. Vertaisryhmien muodostus.
- Topologiatietokantojen synkronointi välittämällä topologiatilaelementtejä (PSTE = PNNI Topology State Elements) horisontaalisesti ryhmän sisällä.
- Vertaisryhmän johtajien (PGL) valinta topologiatilaelementtien tietojen perusteella.
- Topologiatiedon aggregointi (PGL:n tehtävä).
- Reitityshierarkian muodostaminen (PGL välittää äitiryhmälle aggregoidunsa tiedot)

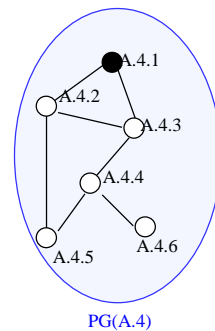
S-38.121 S-02 / RKa, NB

PNNI-6

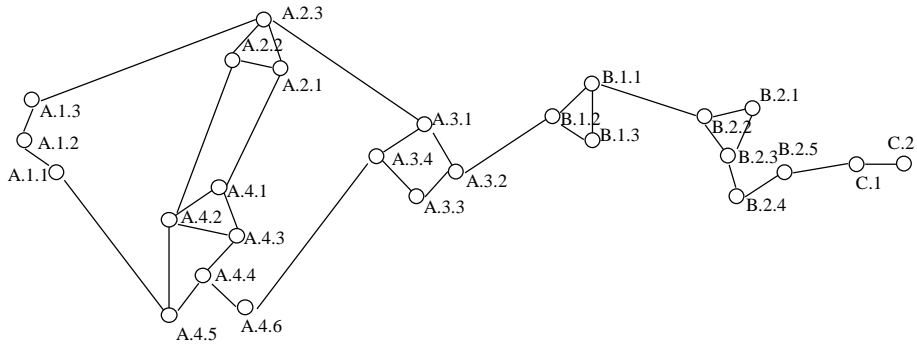
Tarkastellaan PNNI topologiakäsitteitä ja topologiaprotokollia

Vertaisryhmä on PNNI reitityksen avainkäsite

- Vertaisryhmä (peer group) 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).



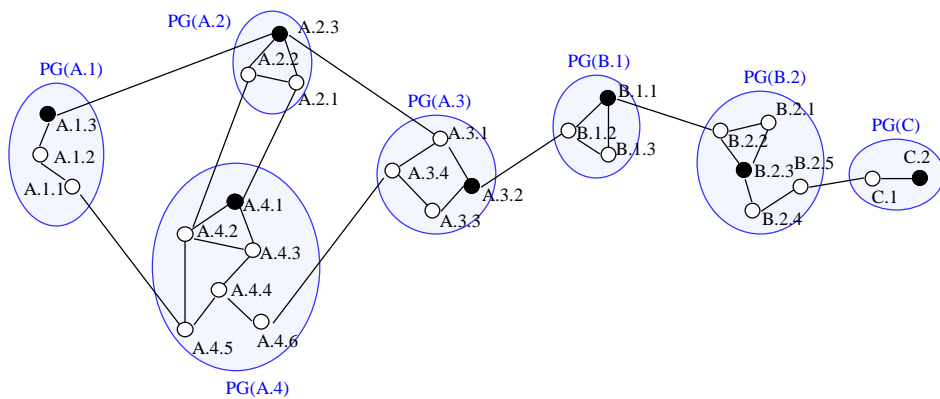
Esimerkkitopologia (1)



S-38.121 S-02 / RKa, NB

PNNI-9

Esimerkkitopologia (2)

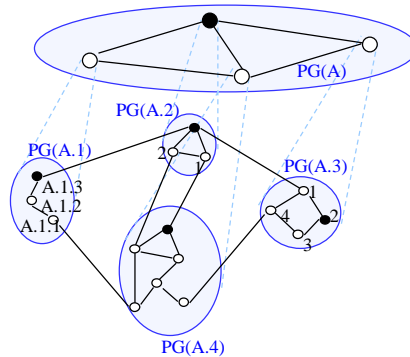


S-38.121 S-02 / RKa, NB

PNNI-10

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”.



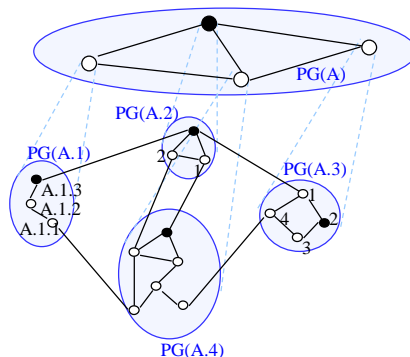
Topologia koostuu loogisista solmuista ja loogisista linkeistä

Ylemmillä tasoilla:

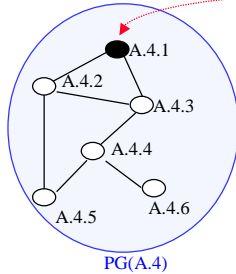
- Looginen solmu edustaa seuraavaa alemman tason vertaisryhmää.
 - Käytännössä loogisen solmun toiminnot hoitaa edellisen tason PGL.
- Looginen linkki = alemman tason vertaisryhmiä yhdistävä suora linkki

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:n valinta

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

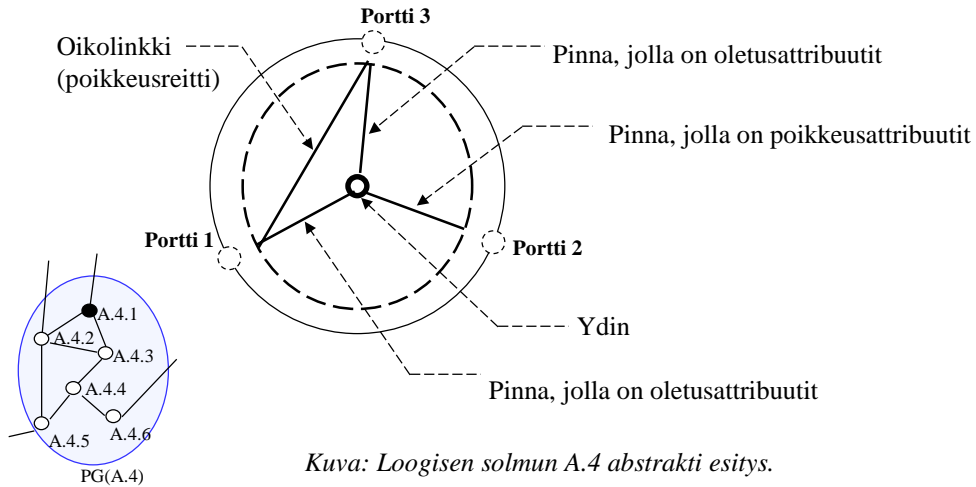
Topologiatilaelementit (PSTE:t) kuvaavat topologian

PSTE:t muodostetaan huomioprotokollan välittämistä tiedoista ja levitetään vertaisryhmiin.

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

PTSE = PNNI Topology State Element.

Vertaisryhmän topologia voidaan aggregoida abstrahoimalla sen rakenne loogiseksi solmuksi



S-38.121 S-02 / RKa, NB

PNNI-15

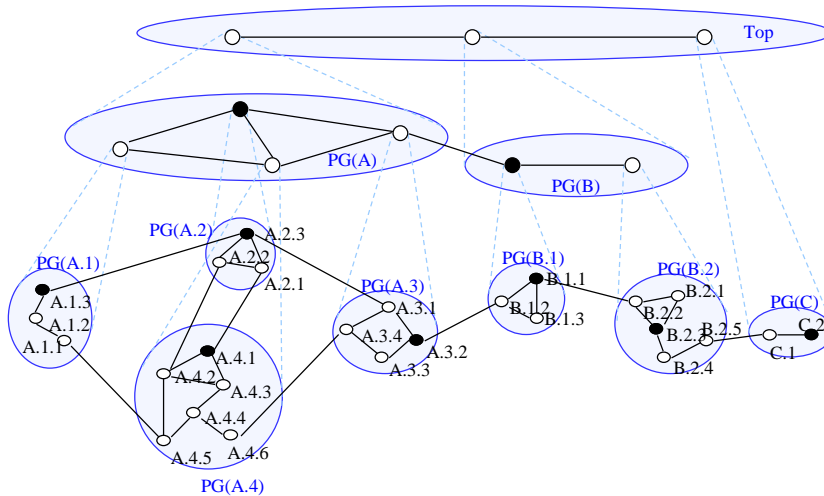
Vertaisryhmäjohtajat muodostavat ja ylläpitävät ryhmien hierarkiaa

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

S-38.121 S-02 / RKa, NB

PNNI-16

Esimerkin topologiahierarkia



S-38.121 S-02 / RKa, NB

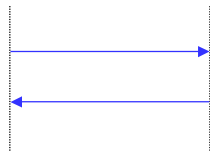
PNNI-17

Huomioprotokolla toimii tunnetulla VCC:llä naapureiden välillä

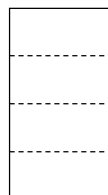
- Huomioprotokolla toimii jatkuvasti ja paljastaa linkkien vikaantumisen.
- Protokollan tiedoilla muodostetaan topologiatietokannan ensimmäinen versio.

Looginen
solmu A

Looginen
solmu B



Huomiopaketti sisältää



ATM End System Address

Solmun ID

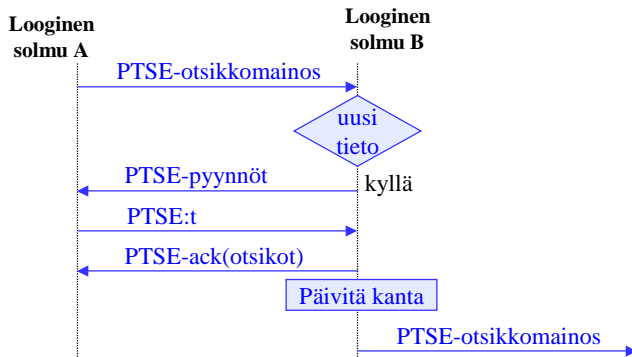
Linkin porttitunnus

Vertaisryhmän tunnus

S-38.121 S-02 / RKa, NB

PNNI-18

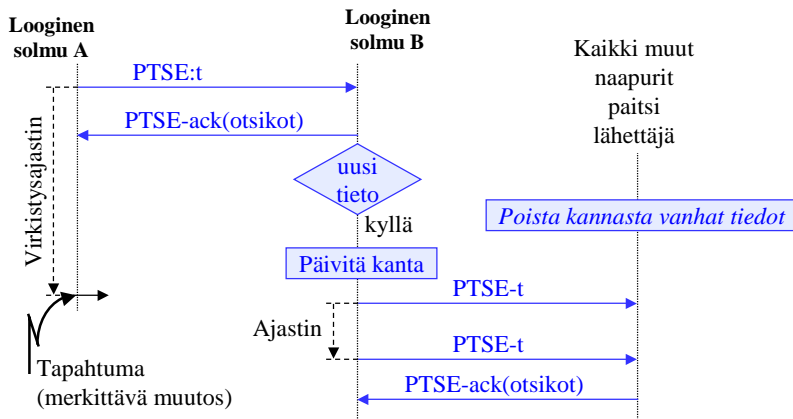
Kun naapurit on tunnistettu huomioprotokollan avulla, topologiakannat synkronoidaan



S-38.121 S-02 / RKa, NB

PNNI-19

PNNI levitysprotokolla on OSPF-levitysprotokollan kaltainen

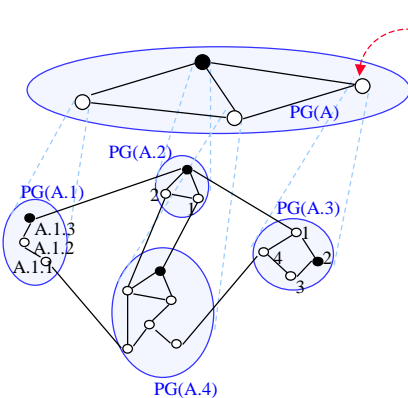


Tilaelementtien lähetysopeus on kompromissi reitityksen epäonnistumismahdollisuuden ja PTSE-tietomäärän minimointitarpeen välillä. Mikä on merkittävä muutos asetetaan konfiguraatioparametreilla.

S-38.121 S-02 / RKa, NB

PNNI-20

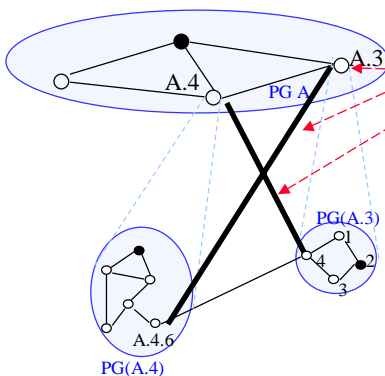
Ylemmän tason vertaisryhmät ovat alimman tason ryhmien kaltaisia



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 naapuriryhmiin ylöslinkeinä



Ylösolmu

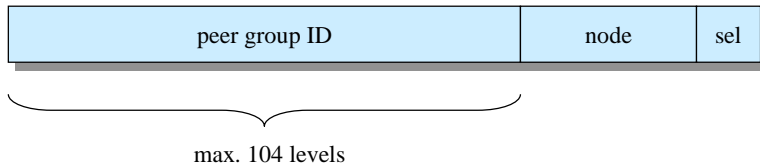
Ylöslinkki A.4.6 -- A.3

Ylöslinkki A.3.4 -- A.4

- Topologiakantojen synkronointia ei tehdä vertaisryhmien välillä (esim A.4.6 – A.3.4)
- Reunasolmut vaihtavat tietoa hierarkiasta Huomioprotokollan avulla ja pääättelevät 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

ATM Addresses

- 19 octet address + 1 octet selector
- Peer group ID at most 13 octets
 - $8 * 13 = 104$ levels

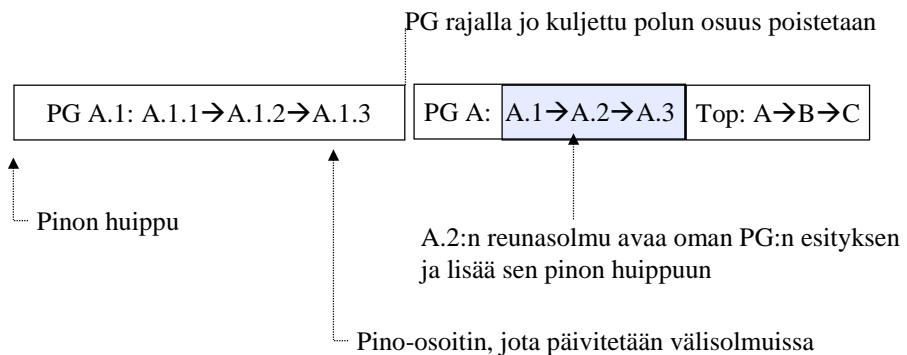


PNNI signaalointi ja reititysalgoritmi

Miksi?

- Miksi PNNI perustuu lähdereititykseen?

Hierarkinen pinoesitys A.1.1:sta C.2:een kertoo reitin



Puhutaan DTL -pinosta (designated transit list). Se kuvaa lähdereitin.

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

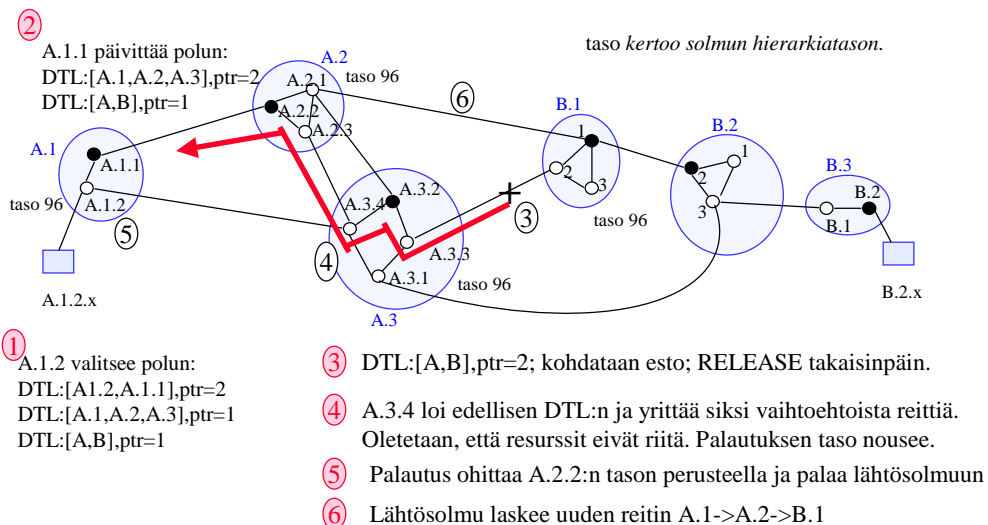
Yhteyden muodostus perustuu hierarkian mukaiseen lähdereititykseen

1. Jos kohdeosoite on samassa vertaisryhmässä, lähtösolmu laskee reitin valmiiksi
2. Jos kohdeosoite on eri vertaisryhmässä
 1. Lähtösolmu hakee alimman yhteisen vertaisryhmän ja muodostaa DTL pinon
 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.
 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

- Palautus (crankback) 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 kauas, että alkuperäinen reittivalinta/policy voidaan pitää voimassa: Ensín lähimpään reunasolmuun, sitten seuraavan ylemmän tason reunasolmuun jne.

Palautus tapahtuu reuna- tai lähtösolmuun



PNNI-reitityksen peruseriaatteita

- 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.

Why is PNNI based on source routing?

- Routing loops and in
 - Inconsistency in routing decisions when switches use different routing algorithms
 - Inconsistency in routing databases among the switches (typically due to changes in topology information that have not fully propagated yet)
- Replicates the cost of the path selection at each system
 - QoS calculations may be heavy
- Algorithm can be different in different systems