

*Huom.* Tehtävä 3 on kotitehtävä, jonka mallivastaus käydään läpi vasta seuraavissa laskuharjoituksissa. Palauta vastauksesi ennen seuraavia harjoituksia (25.4.) tietoverkkolaboratorion ilmoitustaulun alla olevaan kurssin lokeroon (G-siipi, 2. kerros), tai suoraan assistentille seuraavien harjoitusten (25.4.) alussa.

1. Tarkastellaan sellaista symmetristä puhelinverkkoa, missä on kaksi hierarkiatasoa. Merkitään  $n_1$ :llä ylemmän tason (transit)keskusten lkm:ää. Oletetaan, että nämä  $n_1$  keskusta on kyteetty täydellisesti toisiinsa kaksisuuntaisin linkein. Laske tällaisten linkkien kokonaismäärä  $l_1$ .

Oletetaan lisäksi, että jokainen ylemmän tason (transit)keskus palvelee  $n_2$ :ta alemman tason (paikallis)keskusta. Nämä  $n_2$  keskusta, joiden sanotaan muodostavan liikennealueen, on kyteetty kaksisuuntaisin linkein vastaavaan ylemmän tason keskukseen (tähtitopologia). Laske tällaisten linkkien kokonaismäärä  $l_2$ .

2. Jatketään edellisessä tehtävässä tarkastellun hierarkkisen puhelinverkon tarkastelua. Tilaaajat liittyvät ko. verkkoon paikalliskeskusten kautta. Oletetaan vielä, että liikennematriisi  $T = T(i, j)$ , missä siis  $i$  ja  $j$  käyvät läpi kaikki mahdolliset paikalliskeskukset, on seuraavanlainen:

$$T(i, j) = \begin{cases} t_1, & \text{jos keskukset } i \text{ ja } j \text{ kuuluvat eri liikennealueisiin,} \\ t_2, & \text{jos keskukset } i \text{ ja } j \text{ kuuluvat samaan liikennealueeseen, mutta } i \neq j, \\ t_3, & \text{jos } i = j. \end{cases}$$

Laske yksittäisen paikalliskeskuksen tilaajien yhteensä generoima liikenneintensiteetti  $a$  (so. tarjottu liikenne)?

3. *Kotitehtävä* (deadline 25.4. klo 9.00):

Jatketään edellisessä tehtävässä kuvatun hierarkkisen verkon tarkastelua. Oletetaan nyt, että  $n_1 = 4$ ,  $n_2 = 3$ ,  $t_1 = 1$  erlangia,  $t_2 = 3$  erlangia ja  $t_3 = 9$  erlangia. Oletetaan lisäksi, että puhelun keskimääräinen pitoaika on  $h = 3$  minuuttia ja että puhelut reititetään aina lyhintä mahdollista reittiä pitkin.

a) (Verkon solmujen mitoitus) Millä keskimääräisellä nopeudella eri keskuksiin saapuu uusia yhteyspyyntöjä? Laske lisäksi kullekin keskukselle kutsujen käsittelynopeuden vähimmäisarvo, kun vaaditaan, että kutsujen käsittelystä aiheutuva liikennekuorma on korkeintaan 0.5.

b) (Linkkien mitoitus) Laske kullekin linkille tarjottu liikenne. Laske lisäksi kunkin linkin vähimmäiskapasiteetti, kun vaaditaan, että kutsuesto kullakin linkillä erikseen on korkeintaan 1%. (Katso kääntöpuolen taulukosta tarvittavat  $Erl(n, a)$ -funktion arvot.)

$n$ (kanavaa)	$a$ (erlangia)	$n$ (kanavaa)	$a$ (erlangia)
1	0.01	31	21.19
2	0.15	32	22.05
3	0.46	33	22.91
4	0.87	34	23.77
5	1.36	35	24.64
6	1.91	36	25.51
7	2.50	37	26.38
8	3.13	38	27.25
9	3.78	39	28.13
10	4.46	40	29.01
11	5.16	41	29.89
12	5.88	42	30.77
13	6.61	43	31.66
14	7.35	44	32.54
15	8.11	45	33.43
16	8.87	46	34.32
17	9.65	47	35.21
18	10.44	48	36.11
19	11.23	49	37.00
20	12.03	50	37.90
21	12.84	51	38.80
22	13.65	52	39.70
23	14.47	53	40.60
24	15.29	54	41.50
25	16.12	55	42.41
26	16.96	56	43.31
27	17.80	57	44.22
28	18.64	58	45.13
29	19.49	59	46.04
30	20.34	60	46.95

Taulukko 1:  $B = \text{Erl}(n, a) = 1\%$