

Huom! Tenttisuorituksen arvosteleminen edellyttää, että kaikki kolme koti-tehtävää ovat hyväksytysti suoritettut ennen tenttiä.

Tehtävä 1 (10p)

- (a) Määrittele seuraavat käsitteet: *modus ponens*, *ristiriita* ja *muuttujaton substituutio*. ($3 \times 2p$)
- (b) Mitä tarkoitetaan merkinnällä $\Sigma \models \phi$?
- Osoita yksityiskohtaisesti, että jos $\Sigma \models \phi$ ja $\Sigma \models \neg\phi$, niin $\Sigma \models \psi$ mille tahansa lauseelle ψ . (4p)

Tehtävä 2 (10p) Todista semanttisilla tauluilla seuraavat väittämät:

- (a) $\models (A \vee B) \wedge (A \rightarrow D) \wedge (B \rightarrow C \vee E) \rightarrow C \vee D \vee E$.
- (b) $\{\forall x(P(x) \rightarrow Q(x)), \forall x(\neg R(x) \rightarrow \neg Q(x))\} \models \neg \exists x(P(x) \wedge \neg R(x))$.

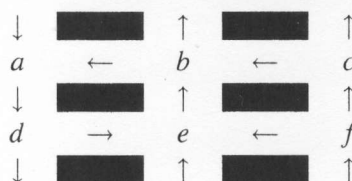
Semanttisten taulujen tulee sisältää kaikki välivaiheet !!!

Tehtävä 3 (10p) Johda lauseelle

$$\neg(\exists x(P(x) \vee \forall y Q(x, y)) \rightarrow \exists y(P(y) \vee Q(y, y)))$$

Prenex-normaali muoto sekä mahdollisimman yksinkertainen klausuulimuoto (eli klausuulijoukko S) ja osoita S toteutumattomaksi resoluutiolla.

Tehtävä 4 (10p) Tarkastellaan alla olevaa kaupungin karttaa, jossa risteys on yhdistävä yksisuuntaiset kadut. Kuvataan kartan rakenne käyttämällä risteysille nimivakioita $a, b, c, \dots$ sekä predikaattia $Y(x, y) =$ "risteyksestä x on yhden korttelin mittainen yksisuuntainen katu risteykseen y ": $Y(a, d), Y(d, e), Y(e, b), Y(b, a)$, jne.



- (a) Määrittele kolmipaikkainen predikaatti $K(x, y, z) =$ "risteys y on risteyksille x ja z kohtauspaikka eli näistä on katujen suuntainen yhteys risteykseen y " predikaattilogiikalla siten, että määritelmäsi kattaa minkä tahansa kartan.
- (b) Osoita semanttisella taululla, että lause $K(d, b, c)$ on määritelmäsi looginen seuraus lisättäessä kuvan mukaisen kartan katujen esitys.

Tehtävä 5 (10p)

- (a) Johda ohjelmalle `if (x < y) then {z = y} else {z = x}` heikoin esiehto lähtien liikkeelle jälkiehdosta $(x \leq z) \ \&\& \ (y \leq z) \ \&\& \ ((x == z) \ || \ (y == z))$. (4p)
- (b) Tarkastellaan seuraavaa ohjelmaa Square:

`y = 0 ; z = x ; while (! (z == 0)) {y = y + x ; z = z - 1}.`

Osoita heikoimpia esiehtoja ja sopivaa invarianttia käyttäen (6p), että

$$\models_p [\text{true}] \text{Square} [y == x * x].$$

Vastauspapereissa tulee olla kurssin nimi, koodi ja tenttipäivämäärä, sekä nimi, koulutusohjelma, vuosikurssi, opiskelijanumero ja omakätinen allekirjoitus.

Kurssipalaute: <http://www.cs.hut.fi/Opinnot/Palaute/kurssipalaute.html>