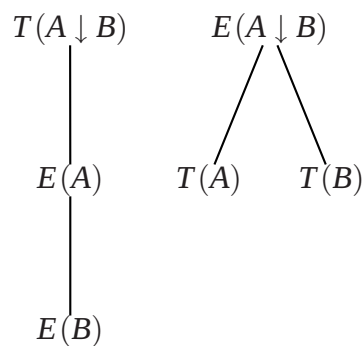


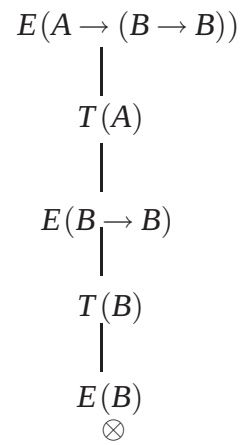
Ratkaisuja demotehtäviin**Tehtävä 4.2**

Käyttäen määritelmää ja semanttisen taulun sääntöjä peruskonnektiiveille saadaan Peircen nuolen semanttisen taulun säännöiksi seuraavat:

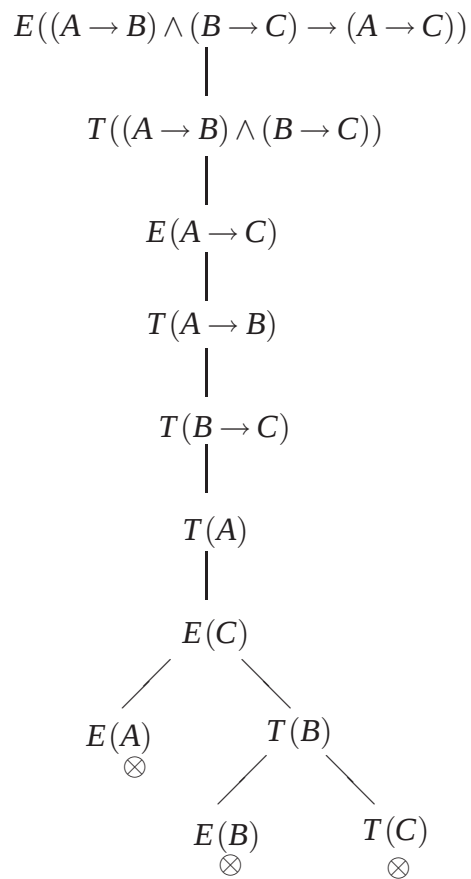
**Tehtävä 4.3**

Semanttiset taulut konstruoidaan todistettavien kaavojen negaatioille. Taulun kaikkien haarojen tulee sulkeutua ristiriitaan, jotta taulun juuressa $E(\phi)$ oleva lause ϕ on pätevä. Jos taulun haara sulkeutuu ennen koko puun valmistumista, kyseistä haaraa ei enää laajenneta sääntöjä sovellettaessa. Huomaa, että semanttista taulua käytetään itse asiassa lauseen $\neg\phi$ mallien selvittämiseen. Jos taulun kaikki haarat menevät ristiriitaisiksi lauseella $\neg\phi$ ei ole yhtään mallia (eli $\neg\phi$ on toteutumaton), joten lause ϕ pätevä.

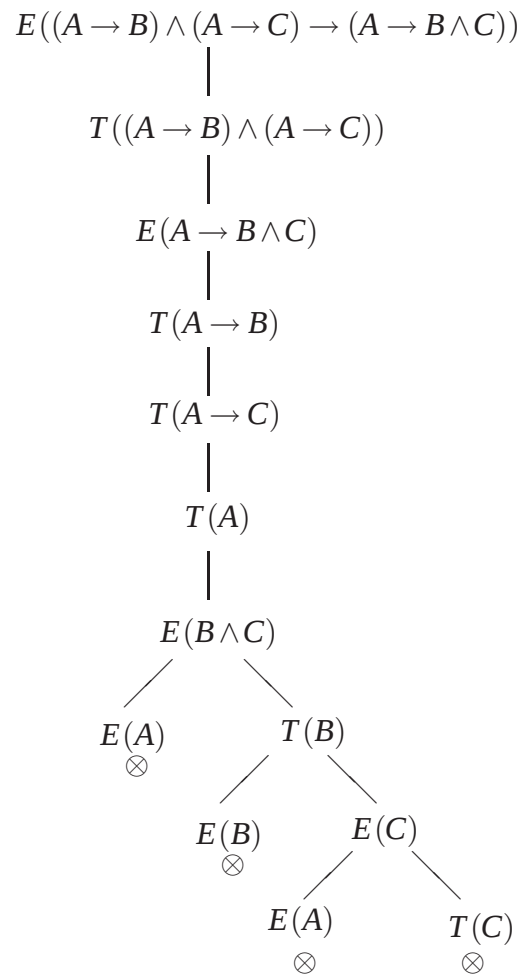
a) $A \rightarrow (B \rightarrow B)$:



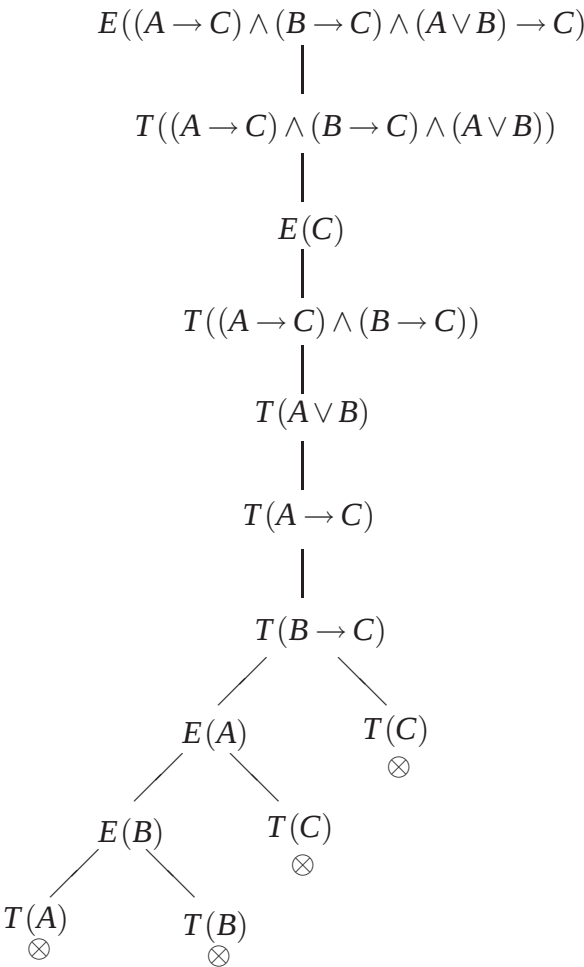
b) $(A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow C)$:



c) $(A \rightarrow B) \wedge (A \rightarrow C) \rightarrow (A \rightarrow B \wedge C)$:

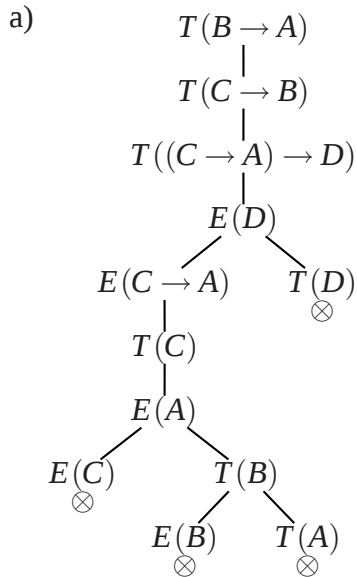


d) $(A \rightarrow C) \wedge (B \rightarrow C) \wedge (A \vee B) \rightarrow C$:

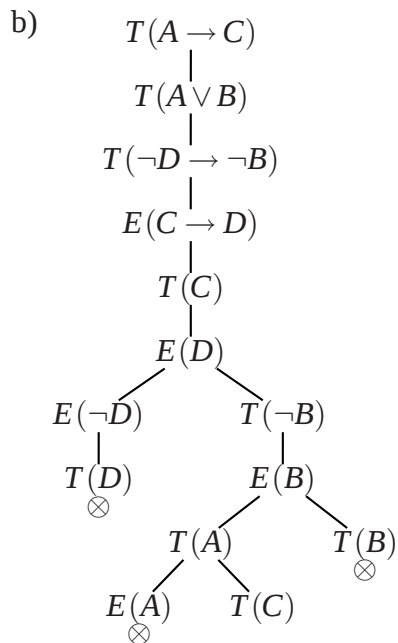


Tehtävä 4.4

Loogista seuraavuutta tutkittaessa asetetaan taulun juureen kaikki lausejoukon lauseet totena ja tutkittava lause epätotena. Mikäli nyt kaikki puun haarat sulkeutuvat ristiriidan takia, tiedetään että tutkittava lause ei voi olla epätosi, mikäli kaikki lausejoukon lauseet ovat tosia, joten lause on looginen seuraavuus lausejoukosta.

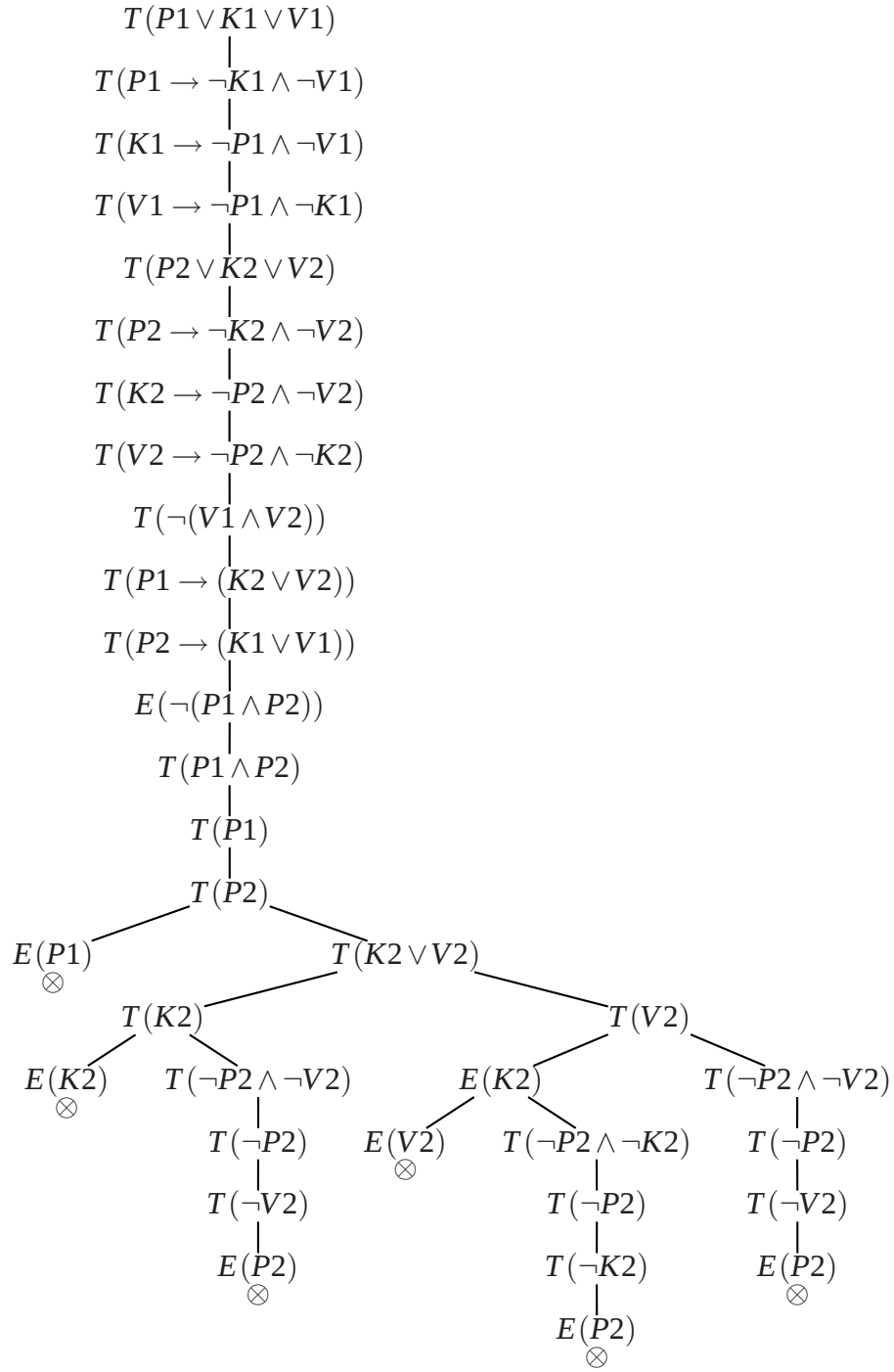


Koska kaikki taulun haarat ovat ristiriitaisia, on D looginen seuraus lausejoukosta.



Taulu ei sulkeutunut, joten $C \rightarrow D$ ei ole looginen seuraavuus lausejoukosta. Puun aukiolevasta haarasta voidaan lukea vastaesimerkki totuusjakelu $\mathcal{A} = \{A, C\}$. Pätee siis $\mathcal{A} \models A \rightarrow C$, $\mathcal{A} \models A \vee B$, $\mathcal{A} \models \neg D \rightarrow \neg B$, ja $\mathcal{A} \not\models C \rightarrow D$ (tarkista!).

Tehtävä 4.5



Tehtävä 5.1

Seuraavissa todistuksissa "α", "β" ja "γ" tarkoittavat aksioomissa esiintyviä lause-muuttujia α, β ja γ.

1. $\vdash_H \alpha \rightarrow \alpha$:

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | $(\alpha \rightarrow ((\alpha \rightarrow \alpha) \rightarrow \alpha))$ | [A1] "α" = α, "β" = $\alpha \rightarrow \alpha$ |
| 2. | $((\alpha \rightarrow ((\alpha \rightarrow \alpha) \rightarrow \alpha)) \rightarrow ((\alpha \rightarrow (\alpha \rightarrow \alpha)) \rightarrow (\alpha \rightarrow \alpha)))$ | [A2] "α" = "γ" = α, "β" = $\alpha \rightarrow \alpha$ |
| 3. | $((\alpha \rightarrow (\alpha \rightarrow \alpha)) \rightarrow (\alpha \rightarrow \alpha))$ | [MP:1,2] |
| 4. | $(\alpha \rightarrow (\alpha \rightarrow \alpha))$ | [A1] "α" = α, "β" = α |
| 5. | $(\alpha \rightarrow \alpha)$ | [MP:3,4] |

2. $\{\alpha \rightarrow \beta, \beta \rightarrow \gamma\} \vdash_H \alpha \rightarrow \gamma$:

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | $(\beta \rightarrow \gamma)$ | [P2] |
| 2. | $((\beta \rightarrow \gamma) \rightarrow (\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \gamma)))$ | [A1] "α" = $\beta \rightarrow \gamma$, "β" = α |
| 3. | $(\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \gamma))$ | [MP:1,2] |
| 4. | $((\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \gamma)) \rightarrow ((\alpha \rightarrow \beta) \rightarrow (\alpha \rightarrow \gamma)))$ | [A2] "α" = α, "β" = β, "γ" = γ |
| 5. | $((\alpha \rightarrow \beta) \rightarrow (\alpha \rightarrow \gamma))$ | [MP:3,4] |
| 6. | $(\alpha \rightarrow \beta)$ | [P1] |
| 7. | $(\alpha \rightarrow \gamma)$ | [MP:5,6] |

3. $\{\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \gamma), \beta\} \vdash_H \alpha \rightarrow \gamma$:

- | | | |
|----|--|--|
| 1. | β | [P1] |
| 2. | $(\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \gamma))$ | [P2] |
| 3. | $(\beta \rightarrow (\alpha \rightarrow \beta))$ | [A1] $\alpha = \beta$, $\beta = \alpha$ |
| 4. | $(\alpha \rightarrow \beta)$ | [MP:1,3] |
| 5. | $((\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \gamma)) \rightarrow ((\alpha \rightarrow \beta) \rightarrow (\alpha \rightarrow \gamma)))$ | [A2] $\alpha = \alpha$, $\beta = \beta$, $\gamma = \gamma$ |
| 6. | $((\alpha \rightarrow \beta) \rightarrow (\alpha \rightarrow \gamma))$ | [MP:2,5] |
| 7. | $(\alpha \rightarrow \gamma)$ | [MP:4,6] |

Tehtävä 5.3

1. $\vdash_S \alpha \rightarrow \alpha$:

- | | | |
|----|-----------------------------|-------------|
| 1. | α | [apuoletus] |
| 2. | $\neg\neg\alpha$ | [KNT] |
| 3. | α | [KNE] |
| 4. | $\alpha \rightarrow \alpha$ | [ET:1,3] |

2. $\{\alpha \rightarrow \beta, \beta \rightarrow \gamma\} \vdash_S \alpha \rightarrow \gamma$:

1. $\alpha \rightarrow \beta$ [P1]
2. $\beta \rightarrow \gamma$ [P2]
3. α [apuoletus]
4. β [MP:3,2]
5. γ [MP:4,3]
6. $\alpha \rightarrow \gamma$ [ET:3,5]

3. $\{\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \gamma), \beta\} \vdash_S \alpha \rightarrow \gamma$:

1. β [P1]
2. $\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \gamma)$ [P2]
3. α [apuoletus]
4. $\beta \rightarrow \gamma$ [MP:3,2]
5. γ [MP:1,4]
6. $\alpha \rightarrow \gamma$ [ET:3,5]