

i Tillåtna hjälpmedel: penna, papper, linjal, suddgummi.

Miniräknare finns tillgängligt som en resurs i nedre vänstra hörnet.

Notation och specialtecken: Om man inte hittar en önskad symbol går det bra att använda alternativa tecken/symboler. Ange i så fall i respektive svar vad tecknen/symbolerna representerar.

Flervalsfrågor: För flervalsfrågor gäller att ett eller flera alternativ är korrekt. På flervalsfrågorna ges 1 poäng för korrekt svar och 0,5 poäng om skillnaden mellan antalet korrekta svar och antalet felaktiga är positiv.

Betyg på tentan: Tentan består av totalt 21 uppgifter. Totalt kan man få 28 poäng. För godkänt krävs 15 poäng och för VG 22 poäng.

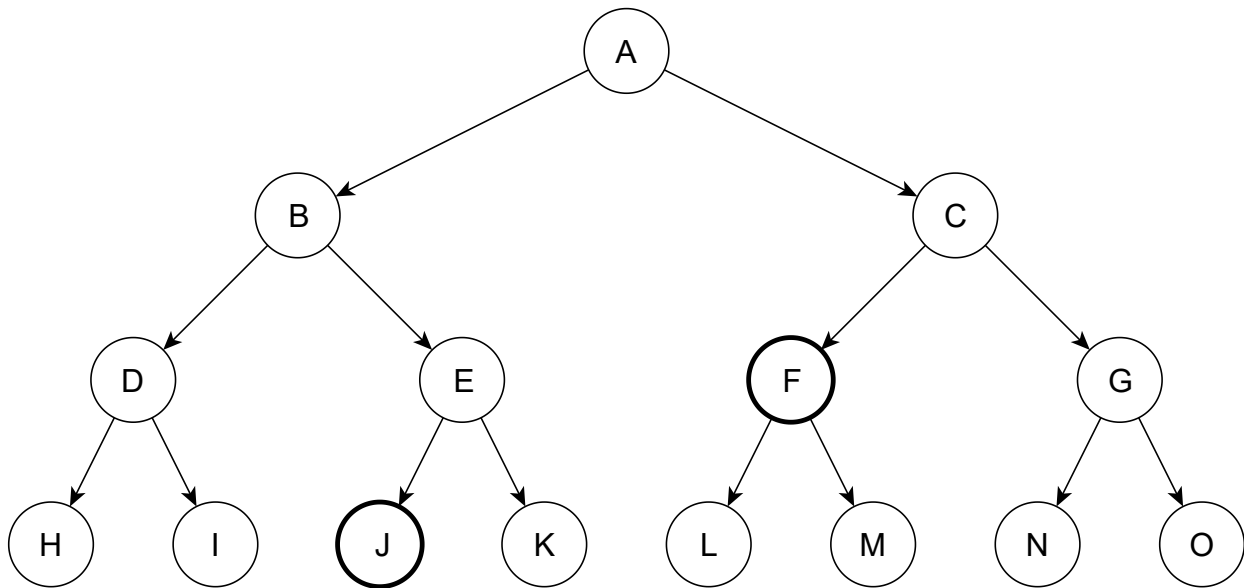
1 Vilka egenskaper karaktäriserar bäst miljön för en tidsbegränsad schackspelande agent?

- ☐ Partiellt observerbar, diskret, dynamisk
- ☐ Partiellt observerbar, stokastisk, sekvensiell
- ☐ Fullt observerbar, episodisk, deterministisk
- ☐ Fullt observerbar, diskret, multiagent



Totalpoäng: 1

- 2 Antag följande sökträd där noderna F och J är lösningsnoder. Vilka påståenden är då korrekta givet att sökningen alltid börjar i vänstergrenen med start från A?

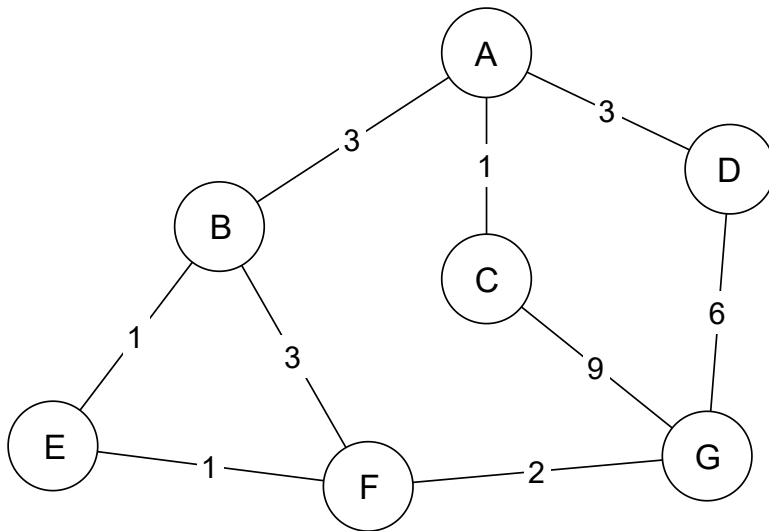


- ☐ Djupet först sökning hittar lösningsnoden F
- ☐ A* hittar lösningsnoden F
- ☐ Iterativ fördjupning hittar lösningsnoden J
- ☐ Bredden först sökning hittar lösningsnoden F



Totalpoäng: 1

3 Givet följande graf



där avståndet mellan två noder finns angivet på bågarna och med följande uppskattningar för avstånd från en nod till målnoden **G**:

$$h(A \rightarrow G) = 8$$

$$h(B \rightarrow G) = 1$$

$$h(C \rightarrow G) = 7$$

$$h(D \rightarrow G) = 6$$

$$h(E \rightarrow G) = 1$$

$$h(F \rightarrow G) = 5$$

Anta att det **inte** finns någon loop-kontroll. Om vi utgår från A, vilka påståenden är då korrekta?

- ☐ Uppskattningarna uppfyller inte kraven för A* ✓
- ☐ A* hittar den optimala lösningen
- ☐ Greedy search hittar ingen lösning ✓
- ☐ Uniform cost hittar inte den optimala lösningen

Totalpoäng: 1

4 Vilka av följande påståenden är korrekta?

- ☐ $A \vee (\neg A \vee C) \implies B$ är en kontradiktion
- ☐ $(A \wedge B) \implies (\neg B \vee C)$ är kontingent
- ☐ $(A \wedge B) \implies (A \vee B)$ är en tautologi
- ☐ $(A \vee B \vee C) \wedge D \implies D$ är kontingent

✓

✓

Totalpoäng: 1

5 Antag en tolkningsfunktion $I(\alpha, w)$ med följande modeller:

	A	B	C
w_1	T	T	T
w_2	T	T	F
w_3	T	F	T
w_4	T	F	F
w_5	F	T	T
w_6	F	T	F
w_7	F	F	T
w_8	F	F	F

Vilka tolkningar nedan är då sanna?

- ☐ $I(\alpha, w_3)$ med $\alpha = (\neg A \wedge B) \vee (B \wedge \neg C)$
- ☐ $I(\alpha, w_1)$ med $\alpha = (A \wedge B) \vee \neg C$
- ☐ $I(\alpha, w_7)$ med $\alpha = A \implies \neg C$
- ☐ $I(\alpha, w_4)$ med $\alpha = (\neg A \vee B) \vee C$

✓

✓

Totalpoäng: 1

6 Vilka av följande påståenden kring unifiering är korrekta, där små bokstäver är variabler?

- ☐ Unifiering av $(R(3, 1), S, x, z)$ och $(x, S, y, 3)$ ger substitutionerna $\{x/R(3, 1), y/x, z/3\}$ ✓
- ☐ Unifiering av $(x, 3, y, 1)$ och $(2, x, y, 1)$ ger substitutionerna $\{x/2, x/3\}$
- ☐ Unifiering av $(x, R, 3)$ och (x, P, x) är inte möjlig
- ☐ Unifiering av (P, x, y, z) och (x, P, Q, z) ger substitutionerna $\{x/P, y/Q\}$ ✓

Totalpoäng: 1

7 Anta att $P(x)$ betyder att x är en pizza, $A(x)$ betyder att x är ananas, $G(x)$ betyder att x är god och $I(x, y)$ betyder att x innehåller y . Vilken av nedan betyder "Det finns ingen god pizza som innehåller ananas"?

- ☐ $\forall x, y P(x) \wedge A(y) \wedge I(x, y) \implies \neg G(x)$ ✓
- ☐ $\forall x, y P(x) \wedge \neg G(x) \implies A(y) \wedge I(x, y)$
- ☐ $\forall x P(x) \wedge G(x) \implies \exists y A(y) \wedge \neg I(x, y)$
- ☐ $\forall x \exists y A(x) \wedge P(y) \wedge I(y, x) \implies \neg G(y)$

Totalpoäng: 1

8 Vilka av följande påståenden gällande *sundhet* och *fullständighet* är korrekta?

- ☐ I ett fullständigt logiskt system kan alla giltiga formler härledas ✓
- ☐ Ett sunt logiskt system måste vara fullständigt
- ☐ I ett sunt logiskt system kan inga ogiltiga formler härledas ✓
- ☐ Ett fullständigt logiskt system måste vara sunt

Totalpoäng: 1

9 Gör rimliga antaganden och översätt följande meningar till predikatlogiska uttryck:

1. Alla människor gillar pizza
2. Några människor gillar pizza med ananas
3. Ingen människa som inte gillar ananas gillar pizza med ananas
4. Bob är en människa som inte gillar ananas

Översätt sedan uttrycken till klausuler i konjunktiv normalform (KNF).

Symboler:

$\neg, \Rightarrow, \Leftrightarrow, \vee, \wedge, \forall, \exists, \equiv$

Teckenf... B <i>I</i> <u>U</u> x_2 x^2 I_x
Σ
$M(x)$: x är människa $P(x)$: x är pizza $I(x)$: x innehåller ananas $G(x)$: x gillar ananas $L(x,y)$: x gillar y Översättning till predikatlogiska uttryck: 1. $\forall x \exists y M(x) \rightarrow P(y) \wedge L(x,y)$ 2. $\exists x \exists y M(x) \wedge P(y) \wedge I(y) \wedge L(x,y)$ 3. $\forall x \forall y M(x) \wedge \neg G(x) \wedge P(y) \wedge I(y) \rightarrow \neg L(x,y)$ 4. $M(\text{Bob}) \wedge \neg G(\text{Bob})$ Översättning till KNF: 1. $\forall x \exists y M(x) \rightarrow P(y) \wedge L(x,y) \equiv$ $\forall x \exists y \neg M(x) \vee (P(y) \wedge L(x,y)) \equiv$ $\neg M(x) \vee (P(f(x)) \wedge L(x,f(x))) \equiv$ där f är en skolemfunktion $(\neg M(x) \vee P(f(x))) \wedge (\neg M(x) \vee L(x,f(x)))$ 2. $\exists x \exists y M(x) \wedge P(y) \wedge I(y) \wedge L(x,y) \equiv$ $M(A) \wedge P(B) \wedge I(B) \wedge L(A,B)$ där A och B är skolemkonstanter 3. $\forall x \forall y M(x) \wedge \neg G(x) \wedge P(y) \wedge I(y) \rightarrow \neg L(x,y) \equiv$ $\neg(M(x) \wedge \neg G(x) \wedge P(y) \wedge I(y)) \vee \neg L(x,y) \equiv$ $\neg M(x) \vee G(x) \vee \neg P(y) \vee \neg I(y) \vee \neg L(x,y)$ 4. $M(\text{Bob}) \wedge \neg G(\text{Bob})$
Ord: 0

Klausuler:

- 1a. $\neg M(x) \vee P(f(x))$
- 1b. $\neg M(c) \vee L(c,f(c))$
- 2a. $M(A)$
- 2b. $P(B)$
- 2c. $I(B)$
- 2d. $L(A,B)$
3. $\neg M(d) \vee G(d) \vee \neg P(e) \vee \neg I(e) \vee \neg L(d,e)$
- 4a. $M(\text{Bob})$
- 4b. $\neg G(\text{Bob})$

Totalpoäng: 2

10 Visa följande med hjälp av naturlig deduktion

$$P \implies Q \vee R \vdash P \implies Q \vee R \vee S$$

Regler för naturlig deduktion

$\frac{\alpha \quad \neg\alpha}{\bot}$	$\bot I$	$\frac{\alpha \wedge \beta}{\alpha}$	$\wedge E$
$\frac{\alpha \quad \beta}{\alpha \wedge \beta}$	$\wedge I$	$\frac{\alpha \vee \beta \quad \alpha \Rightarrow \delta \quad \beta \Rightarrow \delta}{\delta}$	$\vee E$
$\frac{\alpha}{\alpha \vee \beta}$	$\vee I$	$\frac{\alpha \Rightarrow \beta \quad \alpha}{\beta}$	$\Rightarrow E$
$\frac{\alpha}{\bot}$	$\neg I$	$\frac{\neg\alpha}{\bot}$	$\neg E$
$\frac{\neg\alpha}{\alpha}$	$\Rightarrow I$	$\frac{\alpha \Leftrightarrow \beta}{\alpha \Rightarrow \beta}$	$\Leftrightarrow E$
$\frac{\beta}{\alpha \Rightarrow \beta}$	$\Leftrightarrow I$		
$\frac{\alpha \Rightarrow \beta \quad \beta \Rightarrow \alpha}{\alpha \Leftrightarrow \beta}$			

Unionen av radernas premissmängder för reglerna $\bot I$, $\wedge I$, $\wedge E$, $\vee I$, $\vee E$, $\Rightarrow E$, $\Leftrightarrow I$, $\Leftrightarrow E$

Differensen av radernas premissmängder för reglerna $\neg I$, $\neg E$, $\Rightarrow I$

Tabellmetoden för naturlig deduktion

Premissmängd	#	Formel	Regel
{1}	1	A_1	Premiss
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
{Beror av regel}	i	A_i	Radnummer, regel
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
{Bara premisses}	x	B	Slutsats

Symboler:

$\vdash, \neg, \Rightarrow, \Leftrightarrow, \vee, \wedge, \bot$

Teckenf...

B

I

U

$\times_2$

$\times^2$

$\int_x$

Premissmängd	#	Formel	Regel
{1}	1	$P \rightarrow R \vee Q$	Premiss
{2}	2	P	Antagen premiss
{1,2}	3	$R \vee Q$	1,2 $\rightarrow E$
{1,2}	4	$R \vee Q \vee S$	3 $\vee I$
{1}	5	$P \rightarrow R \vee Q \vee S$	2,4 $\rightarrow I$

Ord: 0

Totalpoäng: 3

- 11 Ett beslutsträd används för att klassificera vilken typ av pizza (Typ 1, Typ 2 eller Typ 3) en kund föredrar baserat på två attribut: **Gillar ananas** (ja/nej) och **Pris** (högt/medel/lågt). Du får följande datamängd:

Gillar ananas	Pris	Typ
Ja	Högt	Typ 1
Nej	Högt	Typ 2
Nej	Lågt	Typ 3
Ja	Medel	Typ 2
Ja	Medel	Typ 1

Entropin för en mängd definieras som:

$$E(d) = - \sum_{c=1}^n p_c \log_2(p_c)$$

där p_c är sannolikheten för varje klass c i mängden d och n är antalet klasser.

Vad är entropin för hela datamängden med avseende på klassen **Typ**?

- ☐ $E(d) \approx 1,495$
- ☐ $E(d) \approx 1,585$
- ☐ $E(d) \approx -1,522$
- ☐ $E(d) \approx 1,522$



Totalpoäng: 1

12 Antag $\mathbf{x} = (2, 2, 0)$ och $\mathbf{y} = (-1, 0, 3)$. Vilka vektoroperationer är korrekta?

☐ $\mathbf{x} \cdot \mathbf{y} = (-2, 0, 0)$

☐ $\mathbf{x} + \mathbf{y} = \mathbf{y} + \mathbf{x}$



☐ $2\mathbf{x} - \mathbf{y} = (5, 4, -3)$



☐ $\mathbf{x} + \mathbf{y} = 6$

Totalpoäng: 1

13 En modell för linjär regression ges av:

$$h(\mathbf{x}) = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_0$$

där x_1 och x_2 är inputvariabler och w_0 , w_1 och w_2 är parametrar som justeras under träning.

Efter träning fås följande parametervärden:

$$w_0 = 0,5, w_1 = 2 \text{ och } w_2 = 1$$

Givet följande träningsdata, där t står för det förväntade svaret

x_1	x_2	t
1	2	5
2	1	6
0	1	2

vilka av följande påståenden är korrekta:

☐ För $x_1 = 1$ och $x_2 = 2$ blir $h(\mathbf{x}) = 5,5$

☐ Kvadratfelet för $x_1 = 1$ och $x_2 = 2$ blir 0,5

☐ Absolutfelet för $x_1 = 2$ och $x_2 = 1$ blir 0,5



☐ Kvadratfelet L_2 för träningsdatan blir 0,75



Totalpoäng: 1

Antag att vi använder träningsdata nedan, där t är förväntad utdata, till att träna en perceptron, $h(\mathbf{x}) = f(\mathbf{w}^T \mathbf{x})$, med tre input (x_0, x_1, x_2) , tröskelvärde $x_0 = 1$ och aktiveringsfunktionen:

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{om } x \geq 0, \\ 0 & \text{annars} \end{cases}$$

Visa hur vikterna för sista raden nedan uppdateras vid klassisk perceptroninlärning:

$\mathbf{w} = \mathbf{w} + \eta(t - h(\mathbf{x}))\mathbf{x}$
med inlärningsfaktorn $\eta = 0,2$ och startvikterna $w_0 = 0,1, w_1 = 0$ och $w_2 = 0,1$.

x_1	x_2	w_0	w_1	w_2	t	$h(x)$	Fel	w_0	w_1	w_2
2	0	0,1	0	0,1	0	1	-1	-0,1	-0,4	0,1
2	1	-0,1	-0,4	0,1	0	0	0	-0,1	-0,4	0,1
1	2	-0,1	-0,4	0,1	1	0	1	0,1	-0,2	0,5
1	1	0,1	-0,2	0,5	0	1	-1	?	?	?

Skriv in ditt svar här och visa hur du räknar ut de nya vikterna.

Symboler: η

Teckenf... | **B** *I* U $\times_2$ $\times^2$ | $\int_x$ | | | | | Σ |

Uppdatera vikter för respektive parameter:

$w_0 = w_0 + \eta(t - h(x))$
 $w_1 = w_1 + \eta(t - h(x))x_1$
 $w_2 = w_2 + \eta(t - h(x))x_2$

$w_0 = -0,1 + 0,2(0 - 1) = -0,3$
 $w_1 = -0,2 + 0,2(0 - 1) * 1 = -0,4$
 $w_2 = 0,5 + 0,2(0 - 1) * 1 = 0,3$

- Bob har inga symptom men testar sig trots det och testet visar positivt. Vad är sannolikheten att Bob lider av *solar urticaria*?

Symboler: $\neg, \approx, |$

Totalpoäng: 2

16 Vad är partialordningsplanering?

- ☐ En teknik för att hantera icke-deterministiska domäner
- ☒ En teknik som kan skapa flera partiellt ordnade delplaner
- ☐ En teknik för att definiera partiella planer
- ☐ Ett teknik att skapa hierarkiska planer



Totalpoäng: 1

17 Givet följande premisser, visa med resolution att *Bob inte är en hund*:

$$\forall x \text{ Hund}(x) \implies \text{Snäll}(x)$$

$$\forall x, y \text{ Biter}(x, y) \implies \neg \text{Snäll}(x)$$

$$\text{Biter}(\text{Bob}, \text{Mary})$$

Symboler:

$\neg, \implies, \iff, \vee, \wedge, \forall, \exists, \equiv$

Teckenf... | **B** *I* U $\times_2$ $\times^2$ | $\int_x$ | | | | |

Konvertera till KNF:

1. $\forall x \text{ Hund}(x) \rightarrow \text{Snäll}(x) \equiv$
 $\neg \text{Hund}(x) \vee \text{Snäll}(x)$
- $\forall x, y \text{ Biter}(x, y) \rightarrow \neg \text{Snäll}(x) \equiv$
 $\forall x, y \neg \text{Biter}(x, y) \vee \neg \text{Snäll}(x) \equiv$
 $\forall a, b \neg \text{Biter}(a, b) \vee \neg \text{Snäll}(a) \equiv$
2. $\neg \text{Biter}(a, b) \vee \neg \text{Snäll}(a)$
3. $\text{Biter}(\text{Bob}, \text{Mary})$
4. $\text{Hund}(\text{Bob})$

Klausuler:

1. $\neg \text{Hund}(x) \vee \text{Snäll}(x)$
2. $\neg \text{Biter}(a, b) \vee \neg \text{Snäll}(a)$
3. $\text{Biter}(\text{Bob}, \text{Mary})$
4. $\text{Hund}(\text{Bob})$

1	$\neg \text{Hund}(x) \vee \text{Snäll}(x)$	
2	$\neg \text{Biter}(a, b) \vee \neg \text{Snäll}(a)$	
3	$\text{Biter}(\text{Bob}, \text{Mary})$	
4	$\text{Hund}(\text{Bob})$	
5	$\text{Snäll}(\text{Bob})$	1 + 4 med {x/Bob}
6	$\neg \text{Biter}(\text{Bob}, b)$	5 + 2 med {a/Bob}
7	Motsägelse	3 + 6 med {b/Mary}

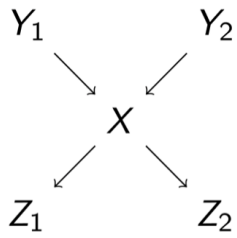
alternativt:

1	$\neg \text{Hund}(x) \vee \text{Snäll}(x)$	
2	$\neg \text{Biter}(a, b) \vee \neg \text{Snäll}(a)$	
3	$\text{Biter}(\text{Bob}, \text{Mary})$	
4	$\text{Hund}(\text{Bob})$	
5	$\neg \text{Snäll}(\text{Bob})$	2 + 3 med {a/Bob, b/Mary}
6	$\neg \text{Hund}(\text{Bob})$	5 + 1 med {x/Bob}
7	Motsägelse	4 + 6

Ord: 0

Totalpoäng: 3

- 18 Anta att varje variabel kan anta värdena sant eller falskt. Vilka påståenden är korrekta givet följande Bayesianska nätverk?



- ☐ Sannolikhetstabellen för X innehåller 16 värden
- ☐ Variablerna Y_1 och Y_2 är villkorligt oberoende givet X
- ☐ Variablerna Z_1 och Z_2 är villkorligt oberoende givet X
- ☐ Variablerna Y_1 och Z_2 är villkorligt oberoende givet X



Totalpoäng: 1

19 Betrakta följande simultanfördelning:

Punktering	Luft	Cykelpump	$P(\text{Punktering, Luft, Cykelpump})$
T	T	T	0,05
T	T	F	0,01
T	F	T	0,02
T	F	F	0,02
F	T	T	0,4
F	T	F	0,2
F	F	T	0,15
F	F	F	0,15

Vilken eller vilka utsagor stämmer?

- ☐ $P(\text{punktering}|\text{luft}) = 0,06$
- ☐ $P(\neg\text{punktering}|\neg\text{luft, cykelpump}) = 0,17$
- ☐ $P(\text{punktering}) = 0,1$
- ☐ $P(\text{punktering, luft, Cykelpump}) = 0,06$

✓

✓

Totalpoäng: 1

20 Givet att b är förgreningsfaktorn, d är sökdjupet, $T(d)$ tidskomplexiteten och $M(d)$ minneskomplexiteten. Vilka av följande påståenden är korrekta?

- ☐ Djupet först är inte komplett och har $M(d) = O(b^d)$
- ☐ Bredden först är optimal och har $T(d) = O(bd)$
- ☐ Dubbelriktad bredden först sökning är komplett och har $T(d) = O(b^{d/2})$
- ☐ Iterativ fördjupning är optimal och har $M(d) = O(bd)$

✓

✓

Totalpoäng: 1

21 Vilka av följande är korrekta relationer i Allens temporala logik?

- ☐ $\forall i, j \text{ After}(i, j) \Leftrightarrow \text{Time}(\text{End}(i)) < \text{Time}(\text{Start}(j))$
- ☐ $\forall i, j \text{ Meet}(i, j) \Leftrightarrow \text{Time}(\text{End}(j)) = \text{Time}(\text{Start}(i))$
- ☐ $\forall i, j \text{ During}(i, j) \Leftrightarrow \text{Time}(\text{Start}(j)) \leq \text{Time}(\text{Start}(i)) \wedge \text{Time}(\text{End}(j)) \geq \text{Time}(\text{End}(i))$ ✓
- ☐ $\forall i, j \text{ Before}(i, j) \Leftrightarrow \text{Time}(\text{End}(i)) < \text{Time}(\text{Start}(j))$ ✓

Totalpoäng: 1