VRAAG 1 (20p)

1A. (4p)

Uitspraak 1: Onwaar
Uitspraak 2: Onwaar
Uitspraak 3: Waar
Uitspraak 4: Onwaar

1B. (8p)

Uitspraak 1: Onwaar
Uitspraak 2: Waar
Uitspraak 3: Onwaar
Uitspraak 4: Waar

1C. (3p)

Model B

1D. (5p)

Term 1: Worklist Handler :	E
Term 2: Process Modeling Tool:	D
Term 3: Administration & Monitoring tool:	C
Term 4: Execution Engine:	B
Term 5: Case Management System:	A

VRAAG 2 (25p)

2A. (5p)

Plaatsen omgedraaid = -1p
Plaats mist/extra = -1p
Onjuiste hoeveelheid = -1p
Alle +/- omgedraaid = -1p
Missende rij/kolom = -1p

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
p	-1	+1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
q	0	-1	0	0	0	0	0	0	+1	0	+1
r	-1	0	-1	0	+1	0	0	0	0	0	0
s	+1	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
t	0	+1	0	+1	0	0	-1	0	-1	0	0
u	0	0	+1	0	0	0	0	0	0	-1	0
v	0	0	0	-1	0	0	+1	0	0	0	-1
w	0	0	0	0	-1	0	0	+1	0	+1	0
x	0	0	0	0	0	0	0	+1	-1	0	0
y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	-1

2B. (10p)

Opmerking dat Petrinet bounded is als er een plaatsinvariant is die **alle** plaatsen een positief gewicht geeft: **+1p** Bepalen plaatsinvariant: **5p** Plaatsinvariant die niet alle plaatsen afdekt: **2p (indien correct)** Laten zien (met (deel van) berekeningen): **5p** Alleen opnoemen $\vec{z} \cdot \boldsymbol{C} = 0$: **1p** Let op rekenfouten: **-1 per rf**, **max -3p**

Bepalen plaatsinvariant

P_1: $q + t + v = 1$

P_2: $s + w + r + u = 1$

P_3: $p + u + s + x + y = t + v \quad \rightarrow \quad p + u + s + x + y - t - v = 0$

$$2P_1 + P_2 + P_3 = 2(q + t + v) + s + w + r + u + p + u + s + x + y - t - v$$
$$= 2q + t + v + w + r + 2u + p + s + x + y = 2(1) + 2 + 0 = 3 \quad \rightarrow$$

Plaatsinvariant: $p + 2q + r + 2s + t + 2u + v + w + x + y = 3$

Aantonen dat dit een plaatsinvariant $(z_1 \ldots z_n) \cdot \boldsymbol{C} = 0$

$$(1\ 2\ 1\ 2\ 1\ 2\ 1\ 1\ 1\ 1) \cdot \begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

Uitwerking geeft
(0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0)

2C. (10p)

Bepalen transitie-invariant: **max 5p** Transitie F niet in invariant: **4p** Transitie-invariant die niet alle transities afdekt: **2p (indien correct)** Laten zien (met (deel van) berekeningen): **5p** Let op rekenfouten: **-1 per rf**, **max -3p**

Bepalen transitieinvariant (je komt terug op de initial marking en moet dan nog een slag slaan om voor alle een positief gewicht te hebben; F is overbodig maar moet ook een positief gewicht hebben)

Voorbeelden:

Vuringssequenties die naar de initiële marking leiden zijn:

1. *<E;B;C;J;G;K>*
2. *<E;B;C;F;J;G;K>*
3. *<E;B;A;H;I>*
4. *<E;B;A;H;G;D;I>*

Al deze vuringssequenties geven valide transitie-invarianten, maar de meesten leiden niet tot een transitie-invariant die alle transities een positieve waarde toekennen. Daarvoor moeten we er een aantal combineren. 1 en 3 gecombineerd laat F en D niet-positief, 2 en 3 laten D niet-positief. Combineren van 2 en 4 wel. Dat geeft de volgende transitie-invariant:

A + 2.B + C + D + 2.E + F + 2.G + H + I + J + K

Aantonen dat dit een transitieinvariant is: $m_0 + \boldsymbol{C} \cdot x = m_0 \;\rightarrow\; \boldsymbol{C} \cdot x = 0$

$$\begin{pmatrix} -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ 1 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = 0$$

VRAAG 3 (30p)

3A. (10p)

Tabel goed ingevuld: **10p** Rekenfout: -1p per fout

Trace 1:	f c i	f < c; c < i
Trace 2:	f h g d e b h i	f < h; h < g; g < d; d < e; e < b; b < h; h < i
Trace 3:	a c g d e b h j	a < c; c < g; h < j
Trace 4:	a h g e d b c j	a < h; e < d; d < b; b < c; c < j

	a	B	c	d	e	f	g	h	i	j
a	#	#	→	#	#	#	#	→	#	#
b		#	→	←	←	#	#	→	#	#
c			#	#	#	←	→	#	→	→
d				#	||	#	←	#	#	#
e					#	#	←	#	#	#
f						#	#	→	#	#
g							#	←	#	#
h								#	→	→
i									#	#
j										#

3B. (15p)

Alleen X_0: **5p** -1 punt per missend element

$X_0 = \{(\{a\},\{c\}),(\{a\},\{h\}),$

$(\{d\},\{b\}),(\{e\},\{b\}),(\{b\},\{h\}),(\{b\},\{c\}),$

$(\{f\},\{c\}),(\{c\},\{g\}),(\{c\},\{i\}),(\{c\},\{j\}),$

$(\{g\},\{d\}),(\{g\},\{e\}),(\{f\},\{h\}),(\{h\},\{g\}),(\{h\},\{i\}),(\{h\},\{j\})\}$

Let op: D en E staan niet in keuze met elkaar (D||E)

$X_1 = \{(\{a,b,f\},\{c\}),(\{a,b,f\},\{h\}),(\{c,h\},\{g\}),(\{c,h\},\{i\}),(\{c,h\},\{j\})\}$ (alle combinaties die hier een subset van zijn, zijn optioneel)

$X_2 = \{(\{a\},\{c,h\}),(\{b\},\{c,h\}),(\{f\},\{c,h\})(\{c\},\{g,i,j\}),(\{h\},\{g,i,j\})\}$ (idem)

$X_3 = \{(\{a,b,f\},\{c,h\}),(\{c,h\},\{g,i,j\})\}$

Merk op dat het algoritme 2 keer doorlopen moet worden om een stabiele X te krijgen: na X_2 zijn er nog onbehandelde elementen!

$X = X_0 \cup X_1 \cup X_2 \cup X_3$ (optioneel)

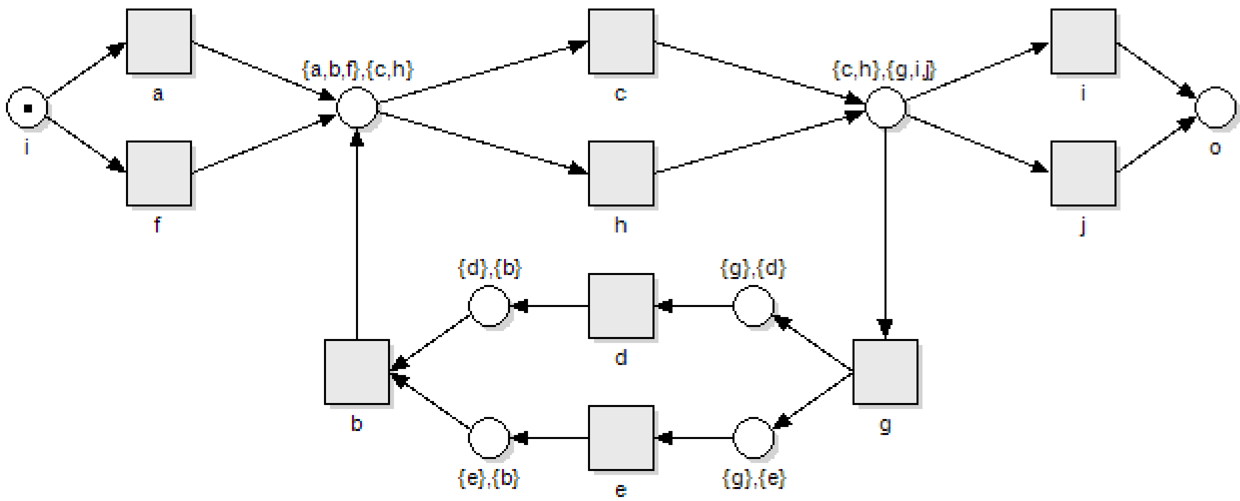
3C. (5p)

Geen of meerdere initiële danwel finale plaatsen: max -1p Per foute plaats: -1p (missende input of output plaats)

Haal uit X alle maximalen (levert Y op):

$Y = \{(\{d\},\{b\}),(\{e\},\{b\}),(\{g\},\{d\}),(\{g\},\{e\}),(\{a,b,f\},\{c,h\}),(\{c,h\},\{g,i,j\})\}$

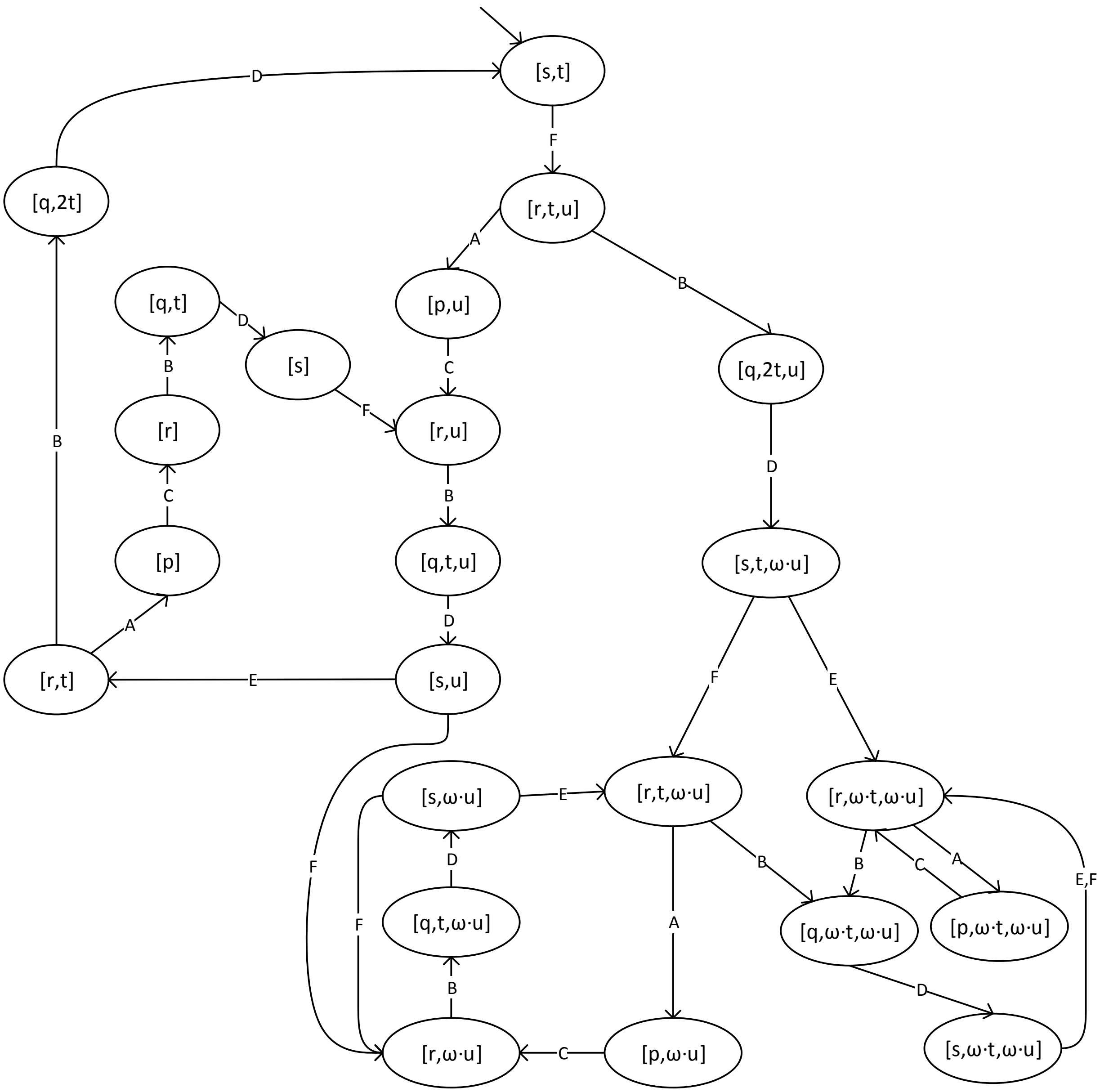
Dit geeft het volgende petrinet:



VRAAG 4 (25p)

4A. (20p)

Geen initiële marking = **-1p** Per fout in de overgangen / toestanden **-1p**, Doorrekenfouten daargelaten



4B. (2p)

Nee, (1p), want alle toestanden, hebben uitgaande pijlen, ook als we omega = 0 kiezen (1p).

4C. (3p)

Ja (1p), want [s, w.t, w.u] is altijd bereikbaar (1p), en vuren van F, B, D, en E kunnen we altijd u op 0 krijgen, en t op 1 (1p)