

MRI planning op basis van een Markov beslissingsproces

Sander Dijkstra

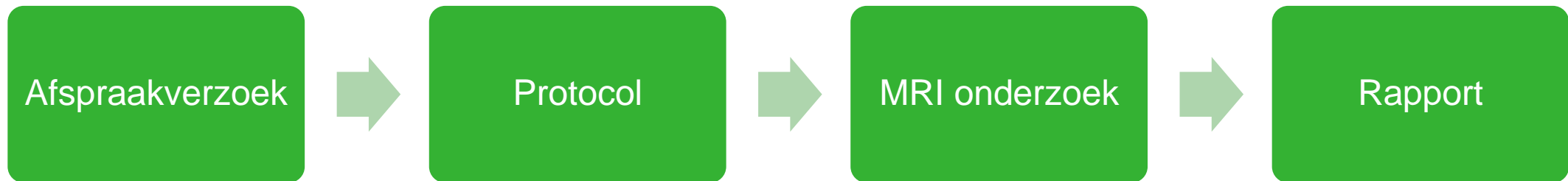
CHOIR, University of Twente

Milan Pijl, Frank Joosten (Rijnstate)

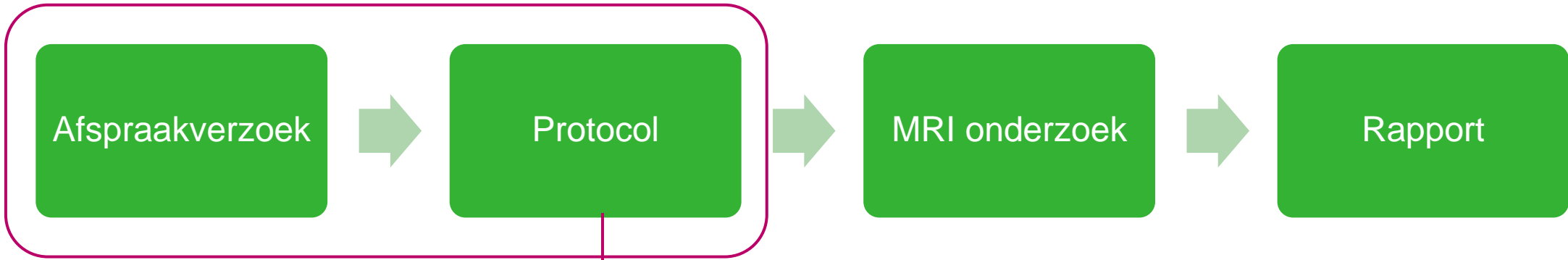
Aleida Braaksma (CHOIR, University of Twente)



Een MRI onderzoek in Rijnstate



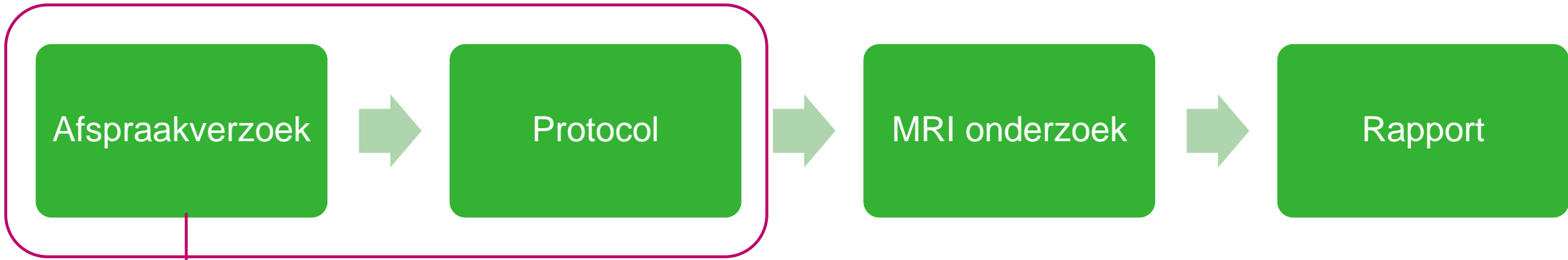
Een MRI onderzoek in Rijnstate



- Sterkte van het magneetveld, contrastvloeistof nodig?, etc.
- Drie ongelijke MRI scanners
- **Protocol – MRI scanner compatibiliteit**
- Gecodeerd in HIX

HIX code	Description	Duration	Compatibility MRI scanner ...		
			1	2	3
1390	MRI of the brain	20	✓	✓	✓
1390A	Carotid artery MRI	30	✓	✓	✓
1390C	MRI of the cholesteatoma	30	✓	✗	✓
1390E	MRI to see if there is an (obvious) reason for epileptic seizures	30	✓	✓	✓
1390H	MRI of the cranial nerves	30	✓	✗	✗
1390K	MRI of the brain under sedation	30	✓	✗	✗

Een MRI onderzoek in Rijnstate



- Klinisch en poliklinisch
- **Urgentieniveau / Toegangstijd**
- *Geen gestandaardiseerd HIX-veld*

- **Wat wordt ervaren:**
Toegangstijd wordt *te vaak* niet gehaald

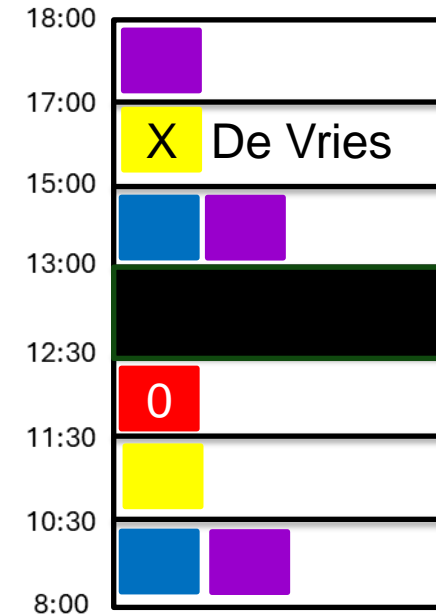
Klinisch	Poliklinisch
Zelfde dag	Binnen 3 dagen
Morgen	Binnen een week
	Binnen twee weken
	Binnen 6 weken
	(Half)-jaarlijkse controles

Waarom wordt dit ervaren met huidige werkwijze?

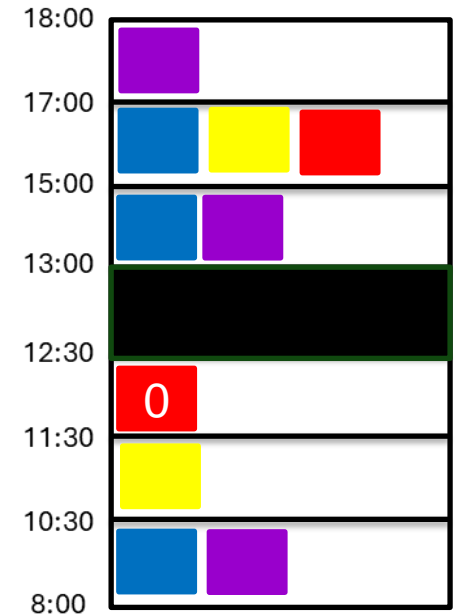
- Blueprint agenda op basis van protocol

HIX code	Description	Duration	Compatibility MRI scanner ...			
			1	2	3	
1390	MRI of the brain	20	✓	✓	✓	
1390A	Carotid artery MRI	30	✓	✓	✓	
1390C	MRI of the cholesteatoma	30	✓	X	✓	
1390E	MRI to see if there is an (obvious) reason for epileptic seizures	30	✓	✓	✓	
1390H	MRI of the cranial nerves	30	✓	X	X	
1390K	MRI of the brain under sedation	30	✓	X	X	

Agenda scanner 1 morgen



Agenda scanner 1 overmorgen



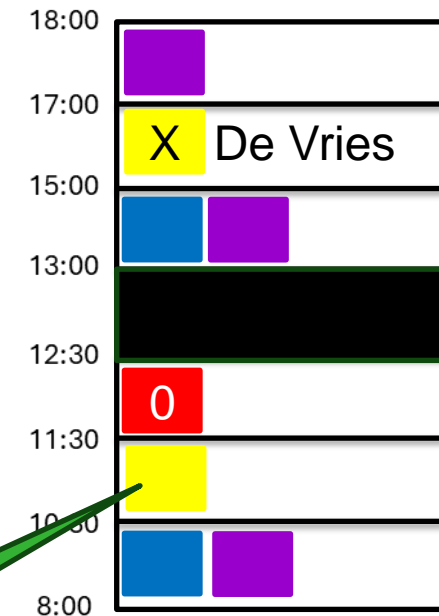
Waarom wordt dit ervaren met huidige werkwijze?

- Blueprint agenda op basis van protocol

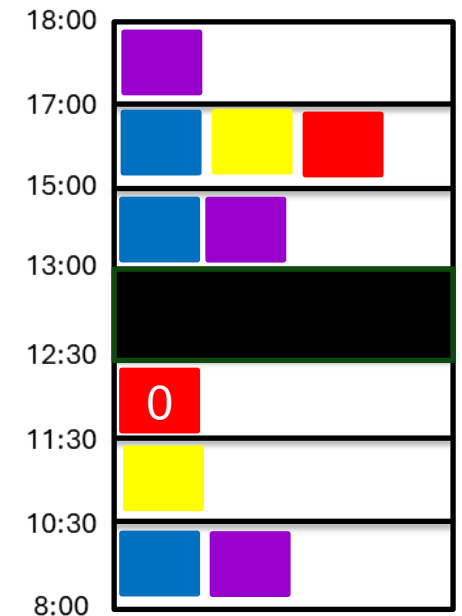
HIX code	Description	Duration	Compatibility MRI scanner ...			
			1	2	3	
1390	MRI of the brain	20	✓	✓	✓	
1390A	Carotid artery MRI	30	✓	✓	✓	
1390C	MRI of the cholesteatoma	30	✓	X	✓	
1390E	MRI to see if there is an (obvious) reason for epileptic seizures	30	✓	✓	✓	
1390H	MRI of the cranial nerves	30	✓	X	X	
1390K	MRI of the brain under sedation	30	✓	X	X	

- Afspraakverzoek: Jansen, binnen 2 weken

Agenda scanner 1 morgen



Agenda scanner 1 overmorgen



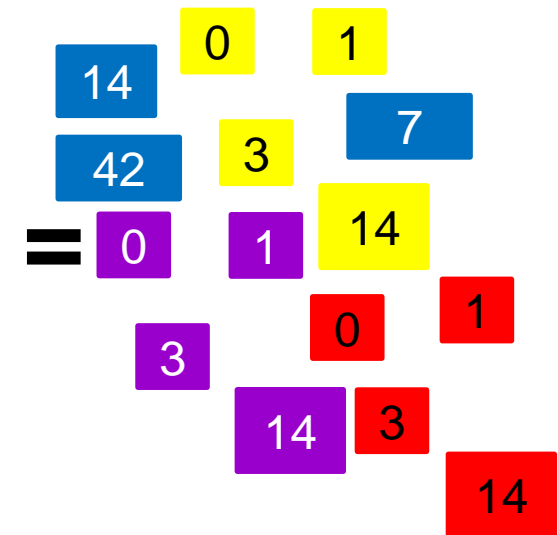
Vraag: Ga ik op dit slot plannen?
Of ga ik dit slot *beschermen*?

Model voor afsprakensysteem

- Stappen af van een blueprint agenda
- **Patiënt types** gekarakteriseerd door combinatie van **protocol, toegangstijd** en **klinisch/poliklinisch**

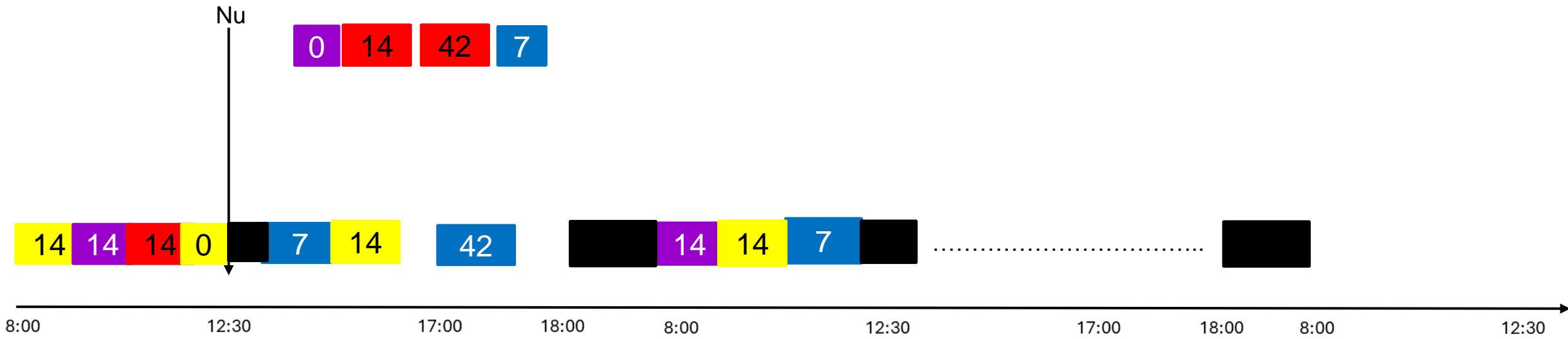
HIX code	Description	Duration	Compatibility MRI scanner ...			
			1	2	3	
1390	MRI of the brain	20	✓	✓	✓	
1390A	Carotid artery MRI	30	✓	✓	✓	
1390C	MRI of the cholesteatoma	30	✓	x	✓	
1390E	MRI to see if there is an (obvious) reason for epileptic seizures	30	✓	✓	✓	
1390H	MRI of the cranial nerves	30	✓	x	x	
1390K	MRI of the brain under sedation	30	✓	x	x	

Klinisch	Poliklinisch
Zelfde dag	Binnen 3 dagen
Morgen	Binnen een week
	Binnen twee weken
	Binnen 6 weken
	(Half)-jaarlijkse controles



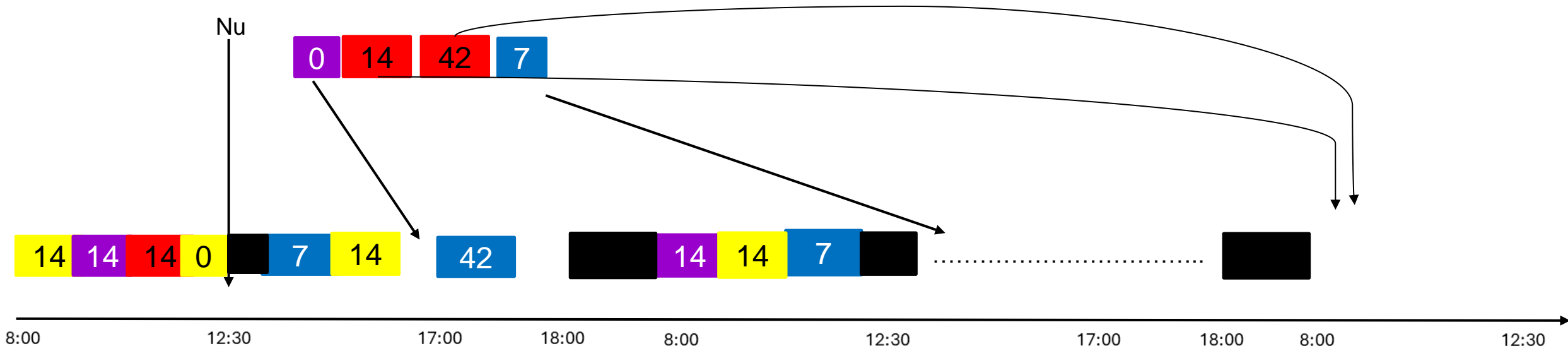
Model voor afsprakensysteem

- Komen 2 planmomenten per dag
 - 12:30u en 17:00u
 - Alle afspraakverzoeken die dan in het systeem staan **moeten** worden gepland
 - Klinische patiënten kunnen op dezelfde dag gepland worden, poliklinische patiënten niet
- Dag wordt daarmee verdeeld in 3 sessies



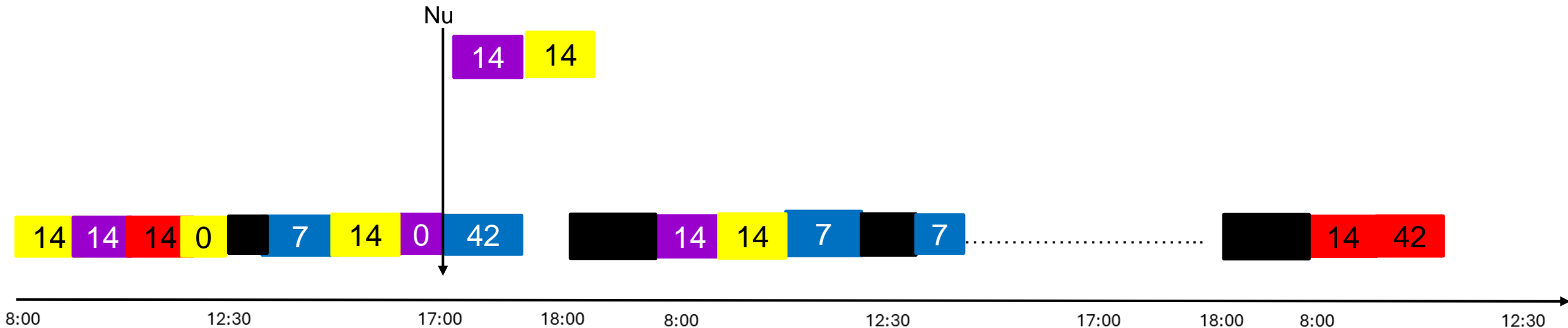
Model voor afsprakensysteem

- Komen 2 planmomenten per dag
 - 12:30u en 17:00u
 - Alle afspraakverzoeken die dan in het systeem staan **moeten** worden gepland
 - Klinische patiënten kunnen op dezelfde dag gepland worden, poliklinische patiënten niet
- Dag wordt daarmee verdeeld in 3 sessies



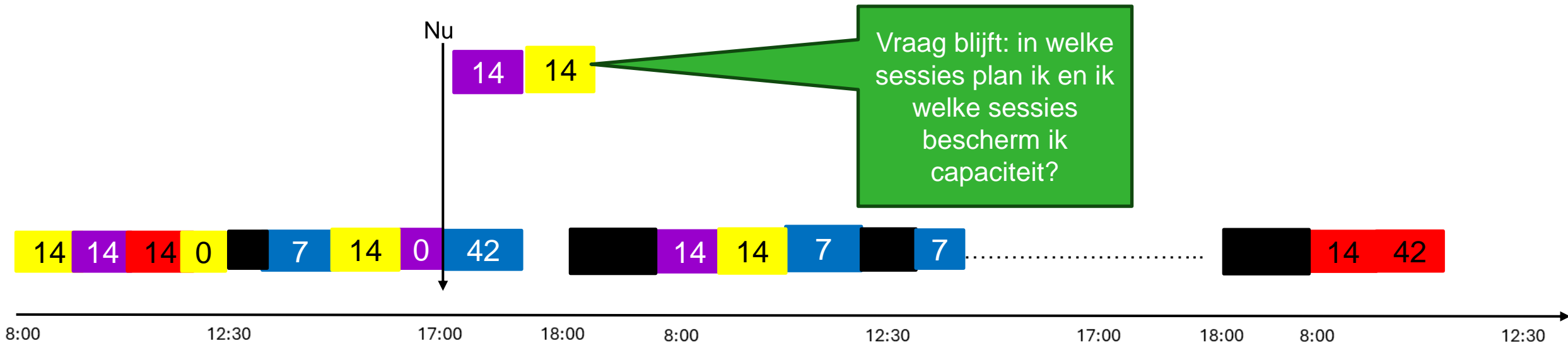
Model voor afsprakensysteem

- Komen 2 planmomenten per dag
 - 12:30u en 17:00u
 - Alle afspraakverzoeken die dan in het systeem staan **moeten** worden gepland
 - Klinische patiënten kunnen op dezelfde dag gepland worden, poliklinische patiënten niet
- Dag wordt daarmee verdeeld in 3 sessies



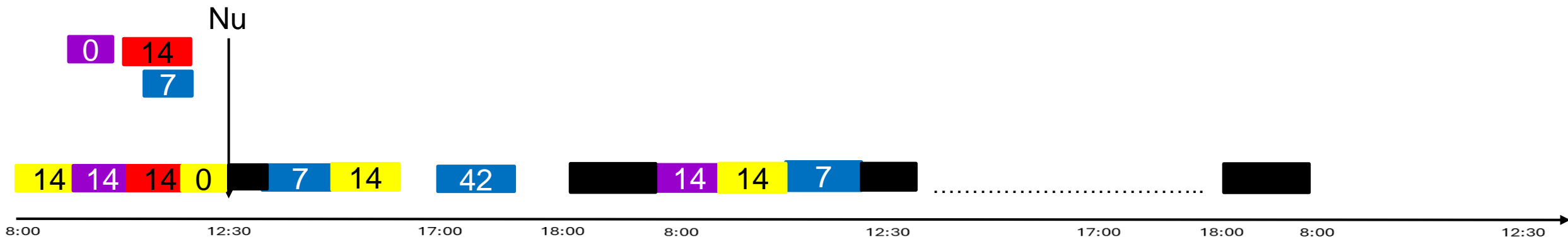
Model voor afsprakensysteem

- Komen 2 planmomenten per dag
 - 12:30u en 17:00u
 - Alle afspraakverzoeken die dan in het systeem staan **moeten** worden gepland
 - Klinische patiënten kunnen op dezelfde dag gepland worden, poliklinische patiënten niet
- Dag wordt daarmee verdeeld in 3 sessies



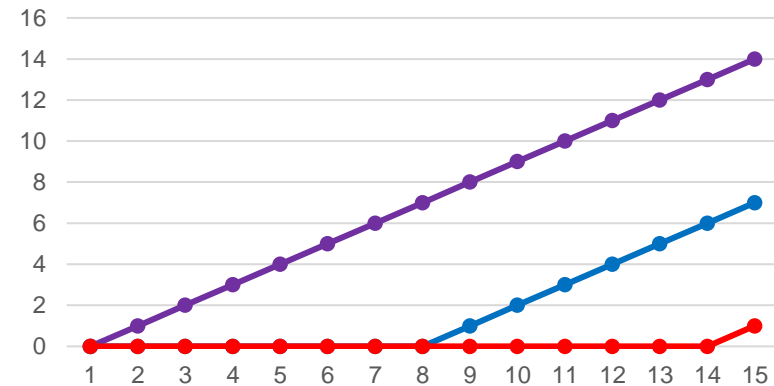
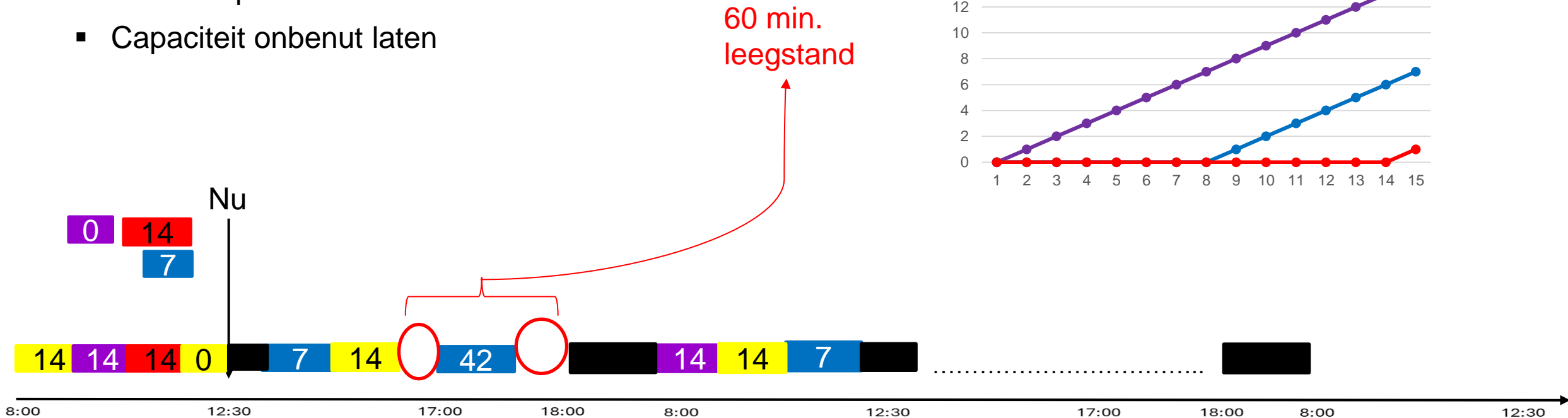
Markov Decision Process

- Markov Decision Process (MDP): *“Beslissingen nemen met inachtneming van een onzekere toekomst”*



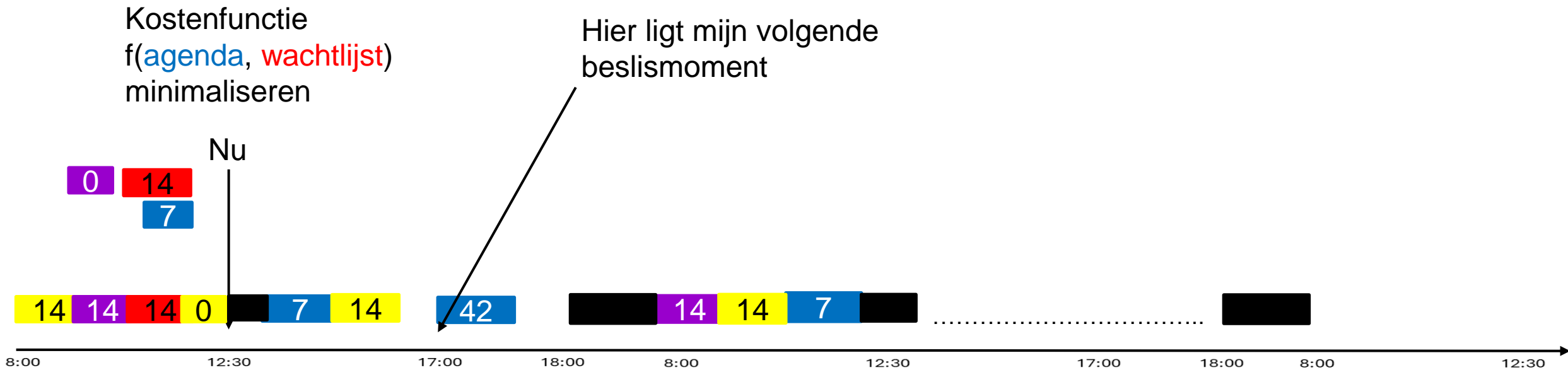
Markov Decision Process

- *Markov Decision Process (MDP): “Beslissingen nemen met inachtneming van een onzekere toekomst”*
- Kostenfunctie: $f(\text{agenda}, \text{wachtrij})$
 - Te laat inplannen
 - Capaciteit onbenut laten



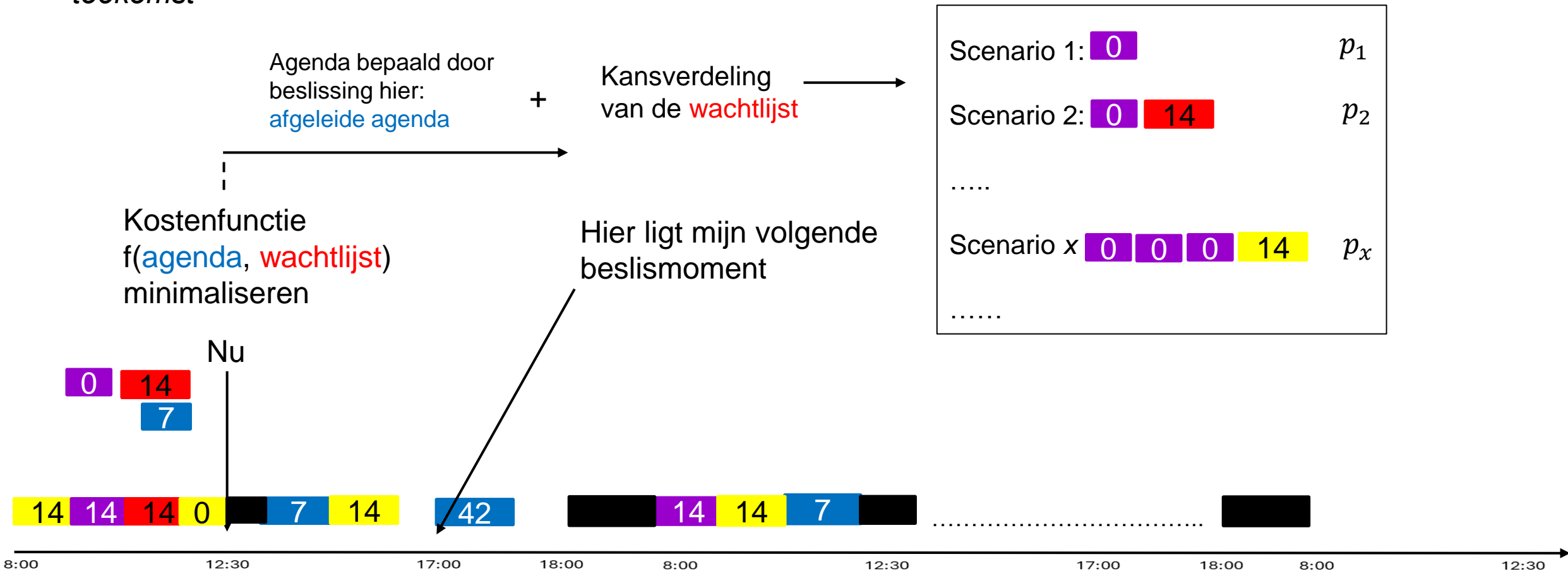
Markov Decision Process

- Markov Decision Process (MDP): *“Beslissingen nemen met inachtneming van een onzekere toekomst”*



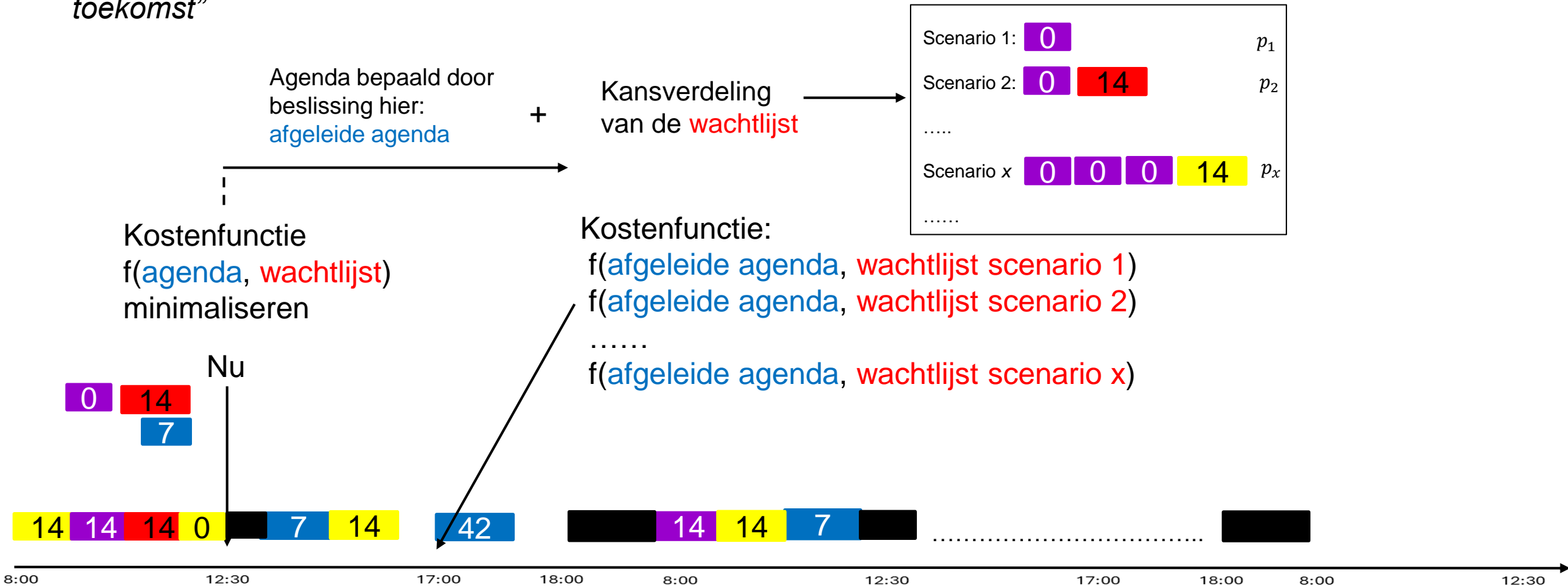
Markov Decision Process

- Markov Decision Process (MDP): *“Beslissingen nemen met inachtneming van een onzekere toekomst”*



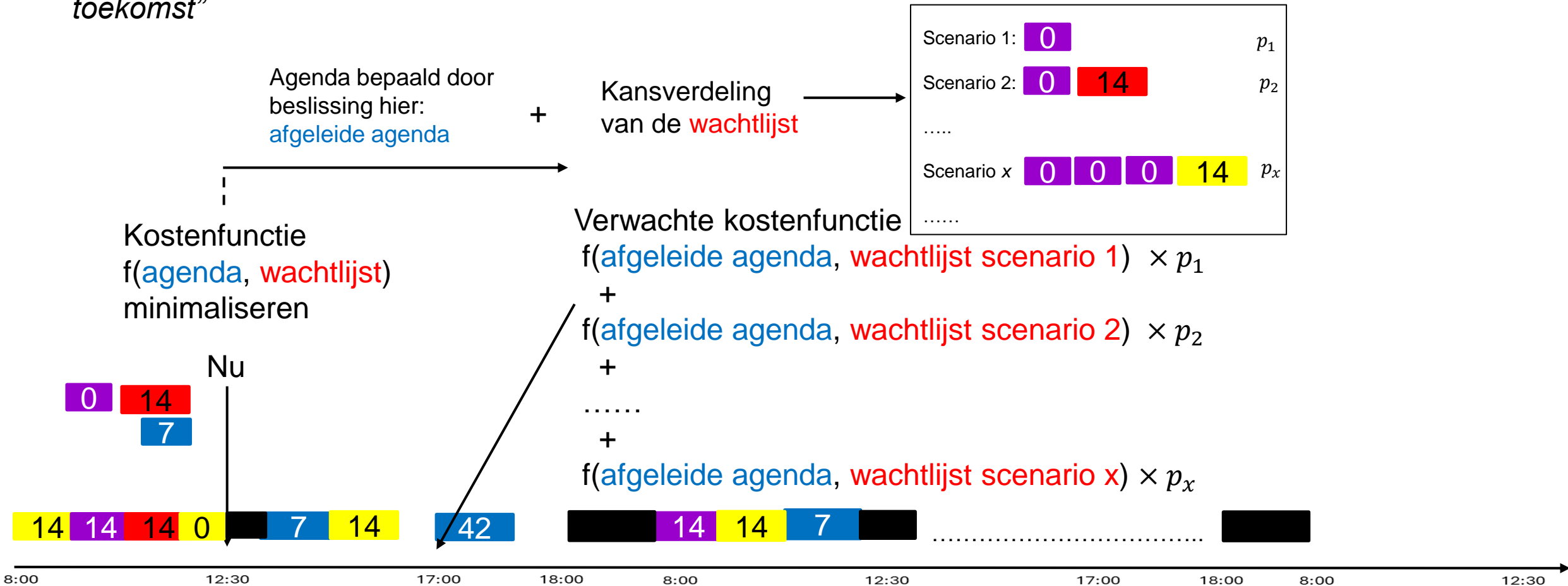
Markov Decision Process

- Markov Decision Process (MDP): *“Beslissingen nemen met inachtneming van een onzekere toekomst”*



Markov Decision Process

- Markov Decision Process (MDP): “Beslissingen nemen met inachtneming van een onzekere toekomst”



Markov Decision Process

- Markov Decision Process (MDP): “*Beslissingen nemen met inachtneming van een onzekere toekomst*”

$$v(\mathbf{s}) = \min_{\mathbf{a} \in \mathcal{A}(\mathbf{s})} \left\{ c(\mathbf{s}, \mathbf{a}) + \gamma \sum_{\mathbf{s}' \in \mathcal{S}} p(\mathbf{s}' | \mathbf{s}, \mathbf{a}) v(\mathbf{s}') \right\}, \quad \text{for all } \mathbf{s} \in \mathcal{S}$$

$$\max_{\mathbf{v}} \sum_{\mathbf{s} \in \mathcal{S}} \eta(\mathbf{s}) v(\mathbf{s}),$$

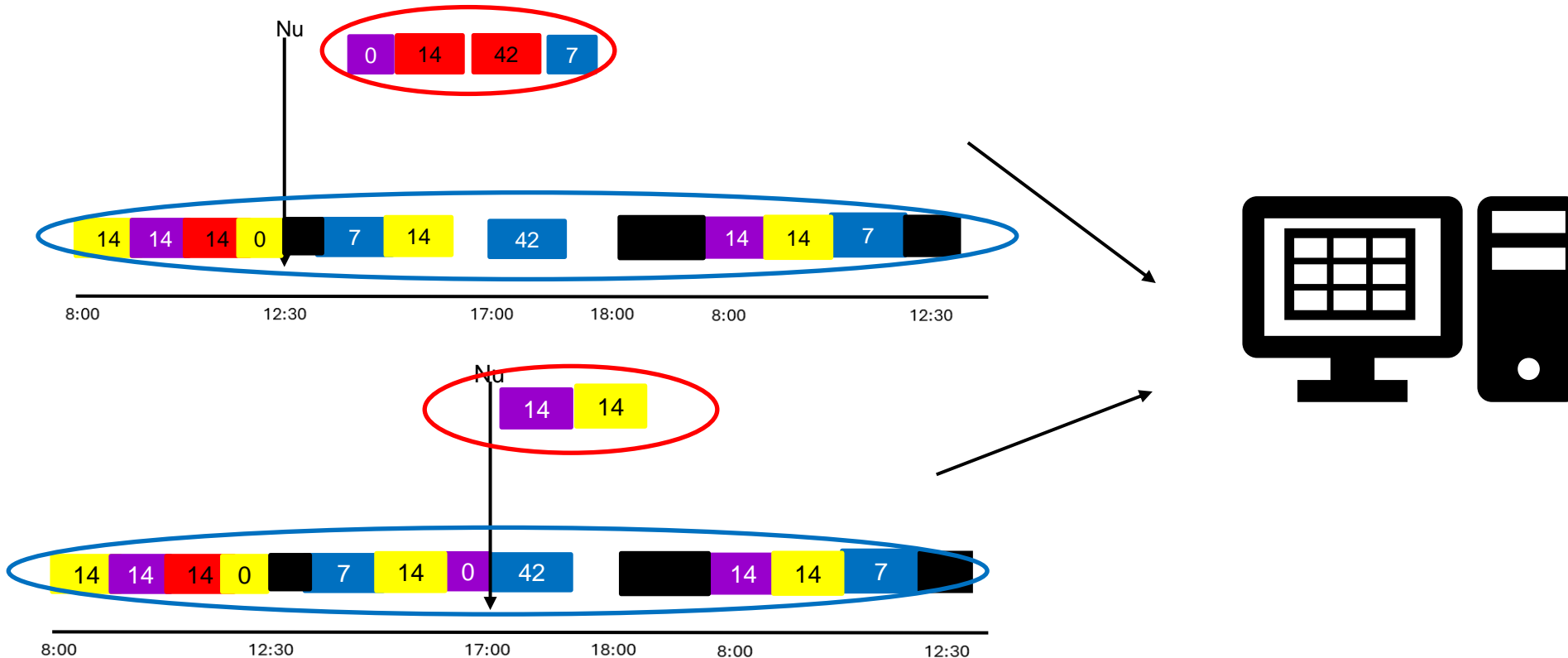
$$\text{s.t. } c(\mathbf{s}, \mathbf{a}) + \gamma \sum_{\mathbf{s}' \in \mathcal{S}} p(\mathbf{s}' | \mathbf{s}, \mathbf{a}) v(\mathbf{s}') \geq v(\mathbf{s}), \quad \forall \mathbf{s} \in \mathcal{S}, \mathbf{a} \in \mathcal{A}(\mathbf{s}),$$

$$\mathbf{v} \in \mathbb{R}^{|\mathcal{S}|},$$

where $\eta(\mathbf{s}) > 0$, for all $\mathbf{s} \in \mathcal{S}$.

Samengevat

- Voor elke combinatie van **agenda** en **wachlijst** weet de MDP oplossing waar de afspraakverzoeken gepland moeten worden



Rijnstate case study

- 3 niet gelijke MRI scanners
- Scannen dagelijks van 8:00 – 18:00
 - Ochtendsessie: 8:00 – 12:30
 - Middagsessie 13:00 – 17:00
 - *Avondsessie*: 17:00 – 18:00
- Planmomenten om 12:30 en 17:00
- 27 patiënt types, gekarakteriseerd door protocol, klinisch/poliklinisch en toegangstijden

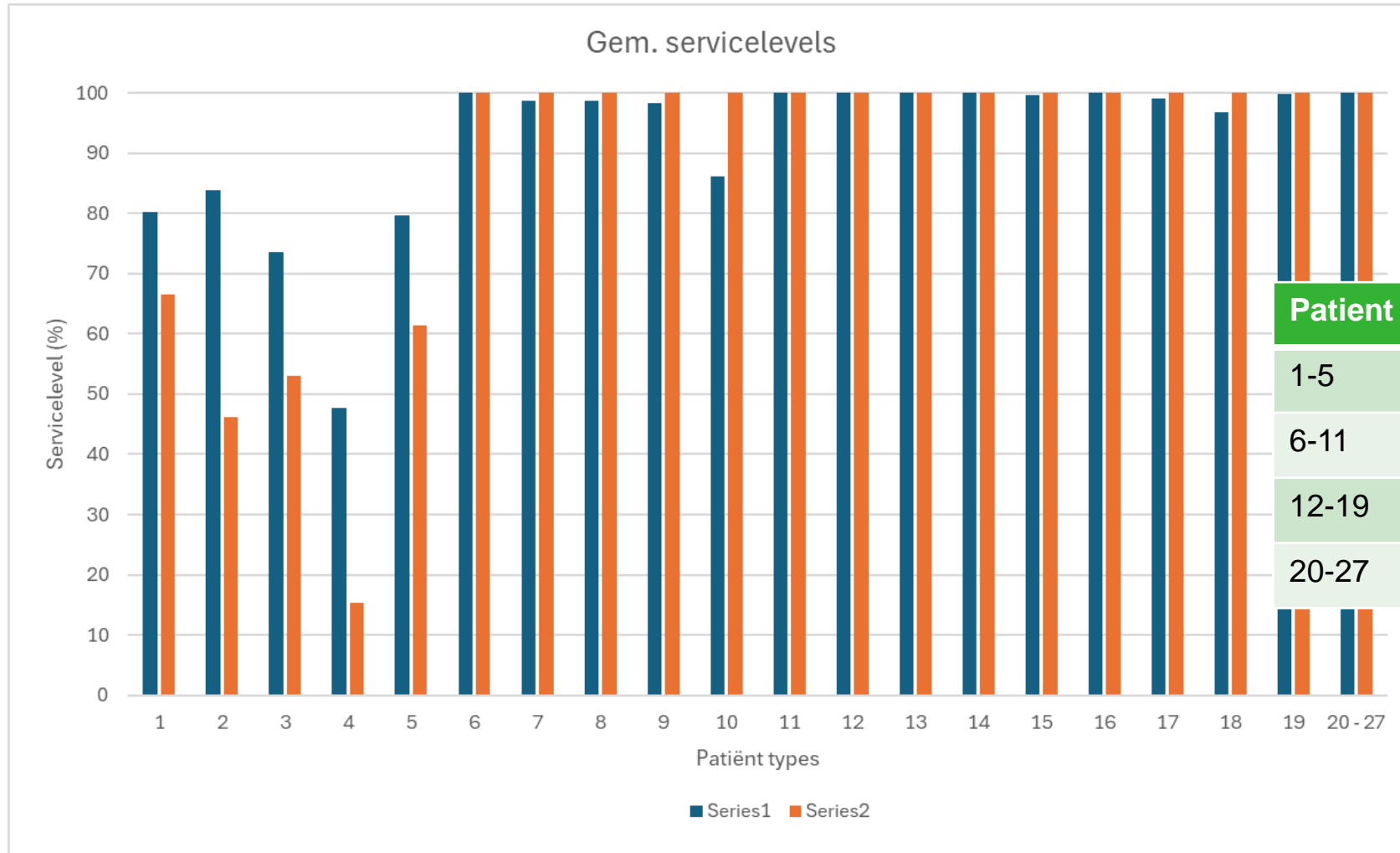
Patient type	Toegangstijdsdoel
1-5	Zelfde dag (<i>klinische patiënten</i>)
6-11	Binnen 3 dagen
12-19	Binnen een week
20-27	Binnen twee weken

Planningsmethoden testen in simulatie

- We vergelijken in een simulatiestudie 2 planningsmethoden:
 1. MDP oplossing
 2. FAS: First available slot in de blueprint agenda
- Blueprint agenda herhaalt zich iedere twee weken
- 10 simulaties van 500 dagen gedaan

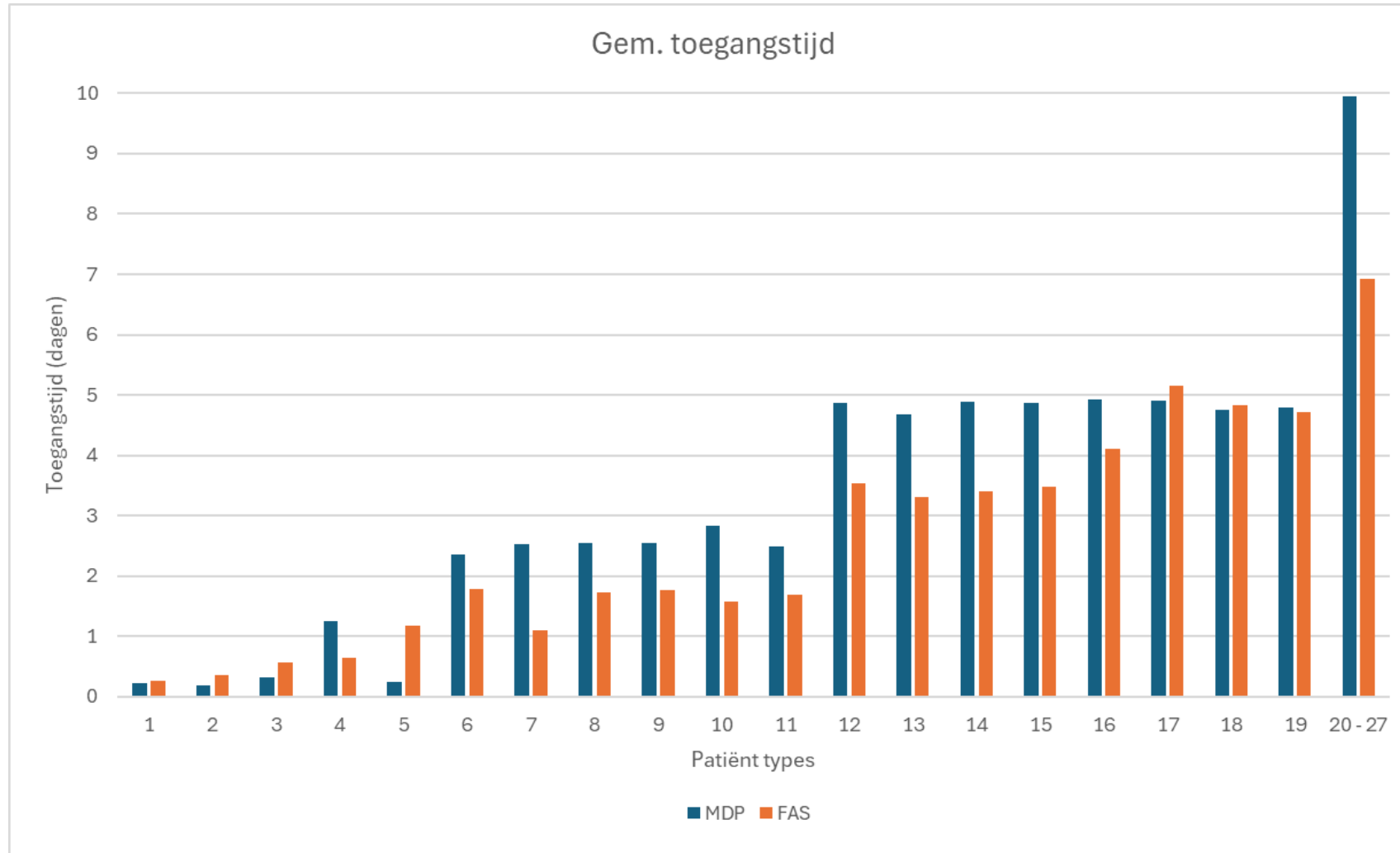
- Vervolgens kijken we naar de gem. servicelevels voor ieder patient type en de gem. toegangstijd
 - Servicelevel: percentage van alle patiënten dat binnen het toegangstijdsdoel wordt gepland

Servicelevels



Patient type	Toegangstijdsdoel
1-5	Zelfde dag (<i>klinische patiënten</i>)
6-11	Binnen 3 dagen
12-19	Binnen een week
20-27	Binnen twee weken

Toegangstijden



Patient type	Toegangstijdsdoel
1-5	Zelfde dag (<i>klinische patiënten</i>)
6-11	Binnen 3 dagen
12-19	Binnen een week
20-27	Binnen twee weken

Conclusie

- We kunnen de MRI planning modelleren als een MDP
- De MDP oplossing *weet* voor elke configuratie van wachtlijst en agenda hoe de afspraakverzoeken gepland moeten worden
- Biedt een goede planningsmethode om capaciteit te beschermen voor zeer urgente patiënten

- Sensitiviteitsanalyse van kostenfunctie
- Uitbreiding: afspraken plannen kunnen uitstellen? Nog mogen wisselen van MRI scanner?, MRI scanner instellingen niet *te vaak* hoeven wisselen
- Kunnen we er een blueprint agenda uit afleiden?

- Testen tegen een geavanceerdere methode
 - Moeilijkheid: methode die handelswijze van de planner nabootst