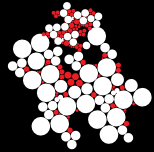


UNIVERSITY OF TWENTE.



Verkorten van toegangstijden voor radiotherapie door het afstemmen van artsenschema's

I.A. Bikker (UT/AMC), N. Kortbeek (UT/AMC), R.M. van Os (AMC), R.J. Boucherie (UT)

CHOIR on Tour - 5 februari 2016



Aanleiding





Aanleiding

Hoe kan de tijd tussen aanmelding en bestraling worden verkort, zodat wordt voldaan aan de norm?

Aanleiding

Hoe kan de tijd tussen aanmelding en bestraling worden verkort, zodat wordt voldaan aan de norm?

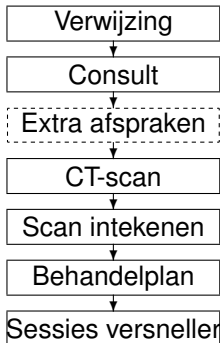
- ▶ Radiotherapie:
sessies op
versneller



Aanleiding

Hoe kan de tijd tussen aanmelding en bestraling worden verkort, zodat wordt voldaan aan de norm?

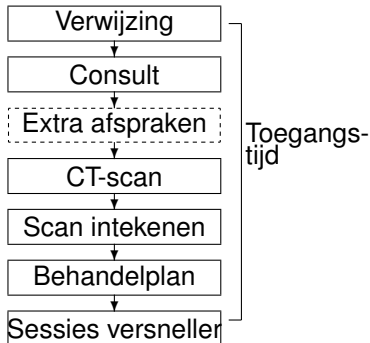
- ▶ Radiotherapie:
sessies op
versneller



Aanleiding

Hoe kan de tijd tussen aanmelding en bestraling worden verkort, zodat wordt voldaan aan de norm?

- ▶ Radiotherapie:
sessies op
versneller



Situatie Radiotherapie AMC





Situatie Radiotherapie AMC

Cijfers:

- ▶ Jaarlijks 2000 patiënten

Situatie Radiotherapie AMC

Cijfers:

- ▶ Jaarlijks 2000 patiënten
- ▶ 6 versnellers en 2 CT-scans, verspreid over 2 locaties

Situatie Radiotherapie AMC

Cijfers:

- ▶ Jaarlijks 2000 patiënten
- ▶ 6 versnellers en 2 CT-scans, verspreid over 2 locaties
- ▶ 23 artsen met verschillende specialismen

Situatie Radiotherapie AMC

Cijfers:

- ▶ Jaarlijks 2000 patiënten
- ▶ 6 versnellers en 2 CT-scans, verspreid over 2 locaties
- ▶ 23 artsen met verschillende specialismen

Norm:

Situatie Radiotherapie AMC

Cijfers:

- ▶ Jaarlijks 2000 patiënten
- ▶ 6 versnellers en 2 CT-scans, verspreid over 2 locaties
- ▶ 23 artsen met verschillende specialismen

Norm:

	Subacuut		Regulier	
<i>dagen</i>	≤ 7	≤ 10	≤ 21	≤ 28
Norm	80%	100%	80%	100%

Situatie Radiotherapie AMC

Cijfers:

- ▶ Jaarlijks 2000 patiënten
- ▶ 6 versnellers en 2 CT-scans, verspreid over 2 locaties
- ▶ 23 artsen met verschillende specialismen

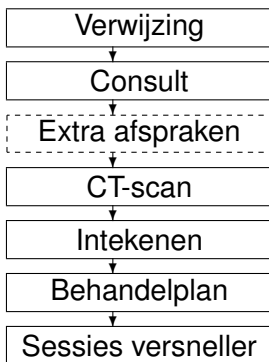
Norm:

	Subacuut		Regulier	
<i>dagen</i>	≤ 7	≤ 10	≤ 21	≤ 28
Norm	80%	100%	80%	100%

Bottleneck analyse

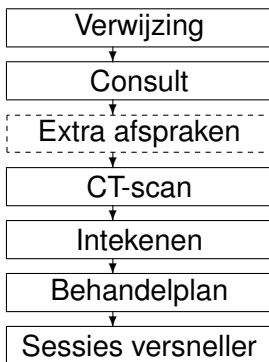


Bottleneck analyse



Is er genoeg capaciteit bij elke stap?

Bottleneck analyse

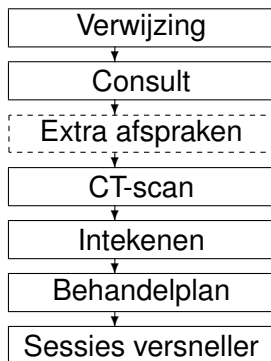


Is er genoeg capaciteit bij elke stap?

Benutting (2012):

	AMC	Flevo
Consulten	79%	83%
CT-scan	77%	60%
Versnellers	84%	57%

Bottleneck analyse



Is er genoeg capaciteit bij elke stap?

Benutting (2012):

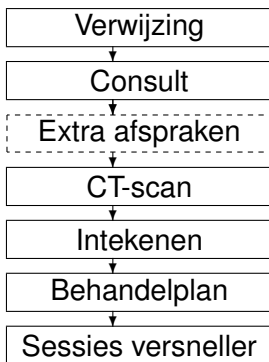
	AMC	Flevo
Consulten	79%	83%
CT-scan	77%	60%
Versnellers	84%	57%

Zijn de stappen in de keten op elkaar afgestemd?

Bottleneck analyse

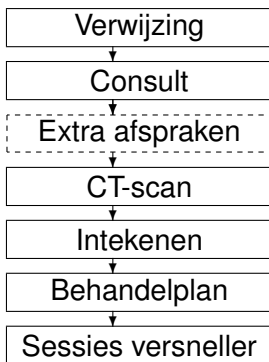


Bottleneck analyse



Als er nog geen afspraken gepland staan, wat zou dan de kortste toegangstijd zijn?

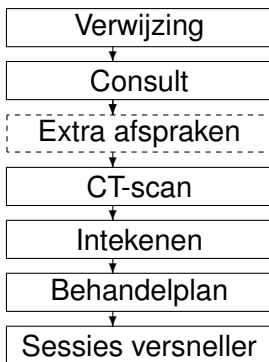
Bottleneck analyse



Als er nog geen afspraken gepland staan, wat zou dan de kortste toegangstijd zijn?

- ▶ Planningsregels

Bottleneck analyse



Als er nog geen afspraken gepland staan, wat zou dan de kortste toegangstijd zijn?

- Planningsregels
- Artsenschema

	14-15-16	17-18-19	20-21-22	23-24-25	26-27-28
1	10:00-11:00	10:00-11:00	10:00-11:00	10:00-11:00	10:00-11:00
2	11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00	11:00-12:00
3	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00	12:00-13:00
4	13:00-14:00	13:00-14:00	13:00-14:00	13:00-14:00	13:00-14:00
5	14:00-15:00	14:00-15:00	14:00-15:00	14:00-15:00	14:00-15:00
6	15:00-16:00	15:00-16:00	15:00-16:00	15:00-16:00	15:00-16:00
7	16:00-17:00	16:00-17:00	16:00-17:00	16:00-17:00	16:00-17:00
8	17:00-18:00	17:00-18:00	17:00-18:00	17:00-18:00	17:00-18:00
9	18:00-19:00	18:00-19:00	18:00-19:00	18:00-19:00	18:00-19:00
10	19:00-20:00	19:00-20:00	19:00-20:00	19:00-20:00	19:00-20:00
11	20:00-21:00	20:00-21:00	20:00-21:00	20:00-21:00	20:00-21:00
12	21:00-22:00	21:00-22:00	21:00-22:00	21:00-22:00	21:00-22:00
13	22:00-23:00	22:00-23:00	22:00-23:00	22:00-23:00	22:00-23:00
14	23:00-24:00	23:00-24:00	23:00-24:00	23:00-24:00	23:00-24:00
15	24:00-25:00	24:00-25:00	24:00-25:00	24:00-25:00	24:00-25:00
16	25:00-26:00	25:00-26:00	25:00-26:00	25:00-26:00	25:00-26:00
17	26:00-27:00	26:00-27:00	26:00-27:00	26:00-27:00	26:00-27:00
18	27:00-28:00	27:00-28:00	27:00-28:00	27:00-28:00	27:00-28:00
19	28:00-29:00	28:00-29:00	28:00-29:00	28:00-29:00	28:00-29:00
20	29:00-30:00	29:00-30:00	29:00-30:00	29:00-30:00	29:00-30:00
21	30:00-31:00	30:00-31:00	30:00-31:00	30:00-31:00	30:00-31:00
22	31:00-32:00	31:00-32:00	31:00-32:00	31:00-32:00	31:00-32:00
23	32:00-33:00	32:00-33:00	32:00-33:00	32:00-33:00	32:00-33:00
24	33:00-34:00	33:00-34:00	33:00-34:00	33:00-34:00	33:00-34:00
25	34:00-35:00	34:00-35:00	34:00-35:00	34:00-35:00	34:00-35:00
26	35:00-36:00	35:00-36:00	35:00-36:00	35:00-36:00	35:00-36:00
27	36:00-37:00	36:00-37:00	36:00-37:00	36:00-37:00	36:00-37:00
28	37:00-38:00	37:00-38:00	37:00-38:00	37:00-38:00	37:00-38:00
29	38:00-39:00	38:00-39:00	38:00-39:00	38:00-39:00	38:00-39:00
30	39:00-40:00	39:00-40:00	39:00-40:00	39:00-40:00	39:00-40:00
31	40:00-41:00	40:00-41:00	40:00-41:00	40:00-41:00	40:00-41:00
32	41:00-42:00	41:00-42:00	41:00-42:00	41:00-42:00	41:00-42:00
33	42:00-43:00	42:00-43:00	42:00-43:00	42:00-43:00	42:00-43:00
34	43:00-44:00	43:00-44:00	43:00-44:00	43:00-44:00	43:00-44:00
35	44:00-45:00	44:00-45:00	44:00-45:00	44:00-45:00	44:00-45:00
36	45:00-46:00	45:00-46:00	45:00-46:00	45:00-46:00	45:00-46:00
37	46:00-47:00	46:00-47:00	46:00-47:00	46:00-47:00	46:00-47:00
38	47:00-48:00	47:00-48:00	47:00-48:00	47:00-48:00	47:00-48:00
39	48:00-49:00	48:00-49:00	48:00-49:00	48:00-49:00	48:00-49:00
40	49:00-50:00	49:00-50:00	49:00-50:00	49:00-50:00	49:00-50:00

Ondergrens - voorbeeld



Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen						

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen						

- Consult wordt gepland op eerst beschikbare plek

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult				

- Consult wordt gepland op eerst beschikbare plek

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult				

- ▶ Artsenoverleg vindt elke ochtend plaats

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg			

- ▶ Artsenoverleg vindt elke ochtend plaats

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg			

- ▶ Daarna wordt CT-scan gepland (elke werkdag open)

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg	CT-scan		

- ▶ Daarna wordt CT-scan gepland (elke werkdag open)

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg	CT-scan		

- Intekenen wordt gedaan op het eerste intekenumoment

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg	CT-scan		
			Inteken			

- Intekenen wordt gedaan op het eerste intekemoment

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg	CT-scan		
			Inteken			

- ▶ Richtlijn: 5 werkdagen tussen intekenen en start sessies

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg	CT-scan		
			Inteken			
			Start			

- ▶ Richtlijn: 5 werkdagen tussen intekenen en start sessies

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg	CT-scan		
			Inteken			
			Start			

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg	CT-scan		
			Inteken			
			Start			

- Ondergrens toegangstijd: 17 dagen

Ondergrens - voorbeeld

Wekelijks artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Inteken			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwezen		Consult	Overleg	CT-scan		
			Inteken			
			Start			

- Bij aantal patiënttypes is ondergrens hoger dan de norm!

Bottleneck analyse





Bottleneck analyse

- ▶ Totale capaciteit bij de stappen is genoeg



Bottleneck analyse

- ▶ Totale capaciteit bij de stappen is genoeg
- ▶ Stappen zijn niet goed op elkaar afgestemd



Bottleneck analyse

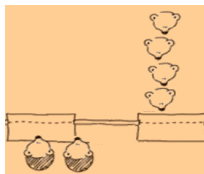
- ▶ Totale capaciteit bij de stappen is genoeg
- ▶ Stappen zijn niet goed op elkaar afgestemd
- ▶ Dagelijks aantal consulten is niet afgestemd op de vraag

Bottleneck analyse

- ▶ Totale capaciteit bij de stappen is genoeg
- ▶ Stappen zijn niet goed op elkaar afgestemd
- ▶ Dagelijks aantal consulten is niet afgestemd op de vraag
- ▶ Consulten van de artsen/specialismen zijn niet afgestemd

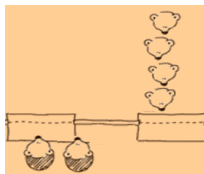
Bottleneck analyse

- ▶ Totale capaciteit bij de stappen is genoeg
- ▶ Stappen zijn niet goed op elkaar afgestemd
- ▶ Dagelijks aantal consulten is niet afgestemd op de vraag
- ▶ Consulten van de artsen/specialismen zijn niet afgestemd



Bottleneck analyse

- ▶ Totale capaciteit bij de stappen is genoeg
- ▶ Stappen zijn niet goed op elkaar afgestemd
- ▶ Dagelijks aantal consulten is niet afgestemd op de vraag
- ▶ Consulten van de artsen/specialismen zijn niet afgestemd



Focus: artscapaciteit verdelen over dagen/locaties.

Aanpak





Aanpak

1. Artsenschema optimaliseren mbt ondergrenzen toegangstijd
→ Integer Linear Program (ILP) model



Aanpak

1. Artsenschema optimaliseren mbt ondergrenzen toegangstijd
→ Integer Linear Program (ILP) model
2. Effect artsenschema evalueren in stochastische omgeving
→ Discrete Event Simulation model

ILP model

Cyclisch artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Intekenen			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwijzing		Consult		CT-scan		
			Intekenen			
			Start			

► Voorbeeld ondergrens: 17 dagen

ILP model

Cyclisch artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Admin		Consult	Intekenen			
Verwijzing		Consult		CT-scan		
			Intekenen			
			Start			

► Voorbeeld ondergrens: 17 dagen

ILP model

Cyclisch artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Intekenen		Consult	Admin			
Verwijzing		Consult		CT-scan		
			Intekenen			
			Start			

► Voorbeeld ondergrens: 17 dagen

ILP model

Cyclisch artsenschema:

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Intekenen		Consult	Admin			

Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo
Verwijzing		Consult		CT-scan		
Intekenen			Intekenen			
Start			Start			

► Voorbeeld ondergrens: ~~17~~ dagen 14 dagen

ILP model



ILP model

In

- Specialismen artsen
- Stappen per patiënttype
- Aantal tijdsloten per arts voor consulten/intekenen
- Planningsregels
- Beschikbaarheid artsen



ILP model

In

- Specialismen artsen
- Stappen per patiënttype
- Aantal tijdsloten per arts voor consulten/intekenen
- Planningsregels
- Beschikbaarheid artsen



Uit

- Artsenschema
- Ondergrenzen toegangstijd

ILP model

In

- Specialismen artsen
- Stappen per patiënttype
- Aantal tijdsloten per arts voor consulten/intekenen
- Planningsregels
- Beschikbaarheid artsen

Model

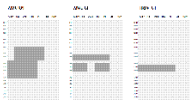
$$\min \alpha \sum_p (b_p \sum_{rl} n_{prl} AT_{prl}) + \beta \sum_{rl} F_{rl}$$

- schema constructie voorwaarden
- patient-arts toewijzing voorwaarden
- patient-afspraak toewijzing voorwaarden

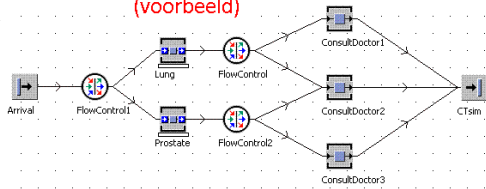
Uit

- Artsenschema
- Ondergrenzen toegangstijd

Simulatiemodel



(voorbeeld)



Resultaten



Resultaten

Ondergrens: 13.6 dagen \rightarrow 11.9 dagen



Resultaten

Ondergrens: 13.6 dagen \rightarrow 11.9 dagen

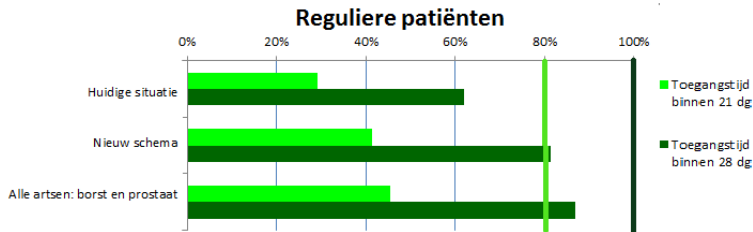
Simulatie, subacute patiënten: 6.9 dagen \rightarrow 5.8 dagen

Resultaten

Ondergrens: 13.6 dagen → 11.9 dagen

Simulatie, subacute patiënten: 6.9 dagen → 5.8 dagen

Simulatie, reguliere patiënten: 26.7 dagen → 22.8 dagen



Resultaten





Resultaten

Relatief grootste verbetering: verwijzing tot consult



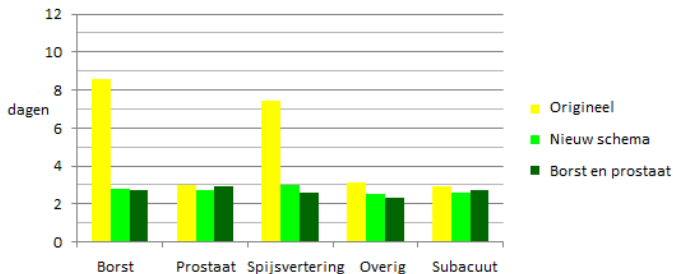
Resultaten

Relatief grootste verbetering: verwijzing tot consult
Simulatie: 4.6 dagen \rightarrow 2.7 dagen

Resultaten

Relatief grootste verbetering: verwijzing tot consult
Simulatie: 4.6 dagen \rightarrow 2.7 dagen

80-percentielen van aantal dagen aanmelding-consult



Conclusie





Conclusie

Adequate verdeling van capaciteit kan toegangstijden voor radiotherapie flink verkorten.



Conclusie

Adequate verdeling van capaciteit kan toegangstijden voor radiotherapie flink verkorten.

→ Niet door harder te werken, maar op andere momenten.



Conclusie

Adequate verdeling van capaciteit kan toegangstijden voor radiotherapie flink verkorten.

→ Niet door harder te werken, maar op andere momenten.

Uitkomsten in AMC:



Conclusie

Adequate verdeling van capaciteit kan toegangstijden voor radiotherapie flink verkorten.

→ Niet door harder te werken, maar op andere momenten.

Uitkomsten in AMC:

- ▶ Inzichten worden gebruikt. Bijv.: borst- en prostaat patiënten kunnen elke dag terecht.



Conclusie

Adequate verdeling van capaciteit kan toegangstijden voor radiotherapie flink verkorten.

→ Niet door harder te werken, maar op andere momenten.

Uitkomsten in AMC:

- ▶ Inzichten worden gebruikt. Bijv.: borst- en prostaat patiënten kunnen elke dag terecht.
- ▶ Data-registratie wordt verbeterd



Conclusie

Adequate verdeling van capaciteit kan toegangstijden voor radiotherapie flink verkorten.

→ Niet door harder te werken, maar op andere momenten.

Uitkomsten in AMC:

- ▶ Inzichten worden gebruikt. Bijv.: borst- en prostaat patiënten kunnen elke dag terecht.
- ▶ Data-registratie wordt verbeterd

* Bikker, I. A., Kortbeek, N., van Os, R. M., & Boucherie, R. J. (2015). Reducing access times for radiation treatment by aligning the doctor's schemes. *Operations research for health care*, 7, 111-121.

Further research





Further research

By Bruno Vieira (NKI/AvL)