

UNIVERSITY OF TWENTE.



OK-planning en Scheduling

Een overzicht van het onderzoek binnen CHOIR, Universiteit Twente

Dr.ir. Erwin W. Hans

Associate prof. Operations Management and Process Optimization in Healthcare

dep. Operational Methods for Production and Logistics (MB)

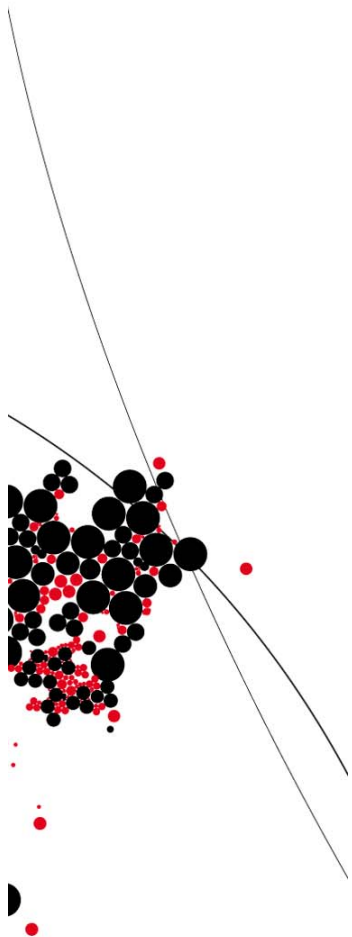
Center for Healthcare Operations Improvement & Research





Agenda

- Kennismaking
- Operatiekamerplanning en –scheduling
- Software demo
- Discussie





Kennismaking

Loopbaan:

- Opleiding: MSc Toegepaste Wiskunde, PhD Productielogistiek
- Universitair Hoofddocent Operations Management en Procesoptimalisatie in de Zorg
- Oprichting CHOIR (UT-kenniscentrum zorglogistiek)

Onderzoek:

- Planning en scheduling in discrete fabricageindustrie (t/m 2003)
- Operations Management in de zorg (2003-)
- Projectleider STW LogiDOC

Onderwijs:

- MSc, BSc Technische Bedrijfskunde, Gezondheidswetenschappen
- Begeleiden studenten voor afstudeeropdrachten
- Opleidingsdirecteur Technische Bedrijfskunde (vanaf 2011)

Zorglogistiek / Operations Management onderzoek in
Universiteit Twente's multi-disciplinaire onderzoekscentrum:

CHOIR

Center for Healthcare Operations Improvement & Research

www.choir.utwente.nl



Missie

CHOIR - Center for Healthcare Operations Improvement & Research

Zorginstellingen helpen hun doelen te bereiken m.b.t.:

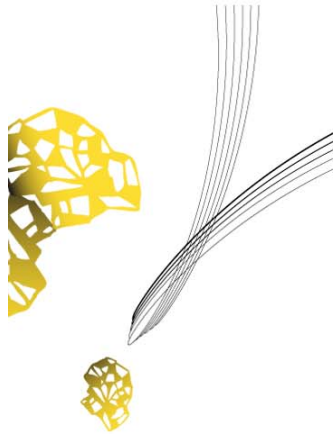
- Verbetering productiviteit
 - Reductie verspillingen (tijd, kosten, middelen,...)
- Verbetering kwaliteit van zorg en arbeid, en veiligheid
 - Reductie vermijdbare variatie (werklast, toegangstijd,...)

→ Door middel van wetenschappelijke benadering,

→ met kwantitatieve technieken en ICT,

→ samen met zorginstellingen,

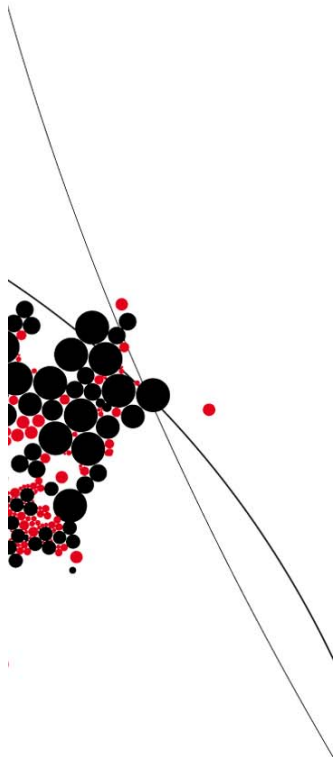
→ zodanig dat de kans op implementatie maximaal is



Aanpak

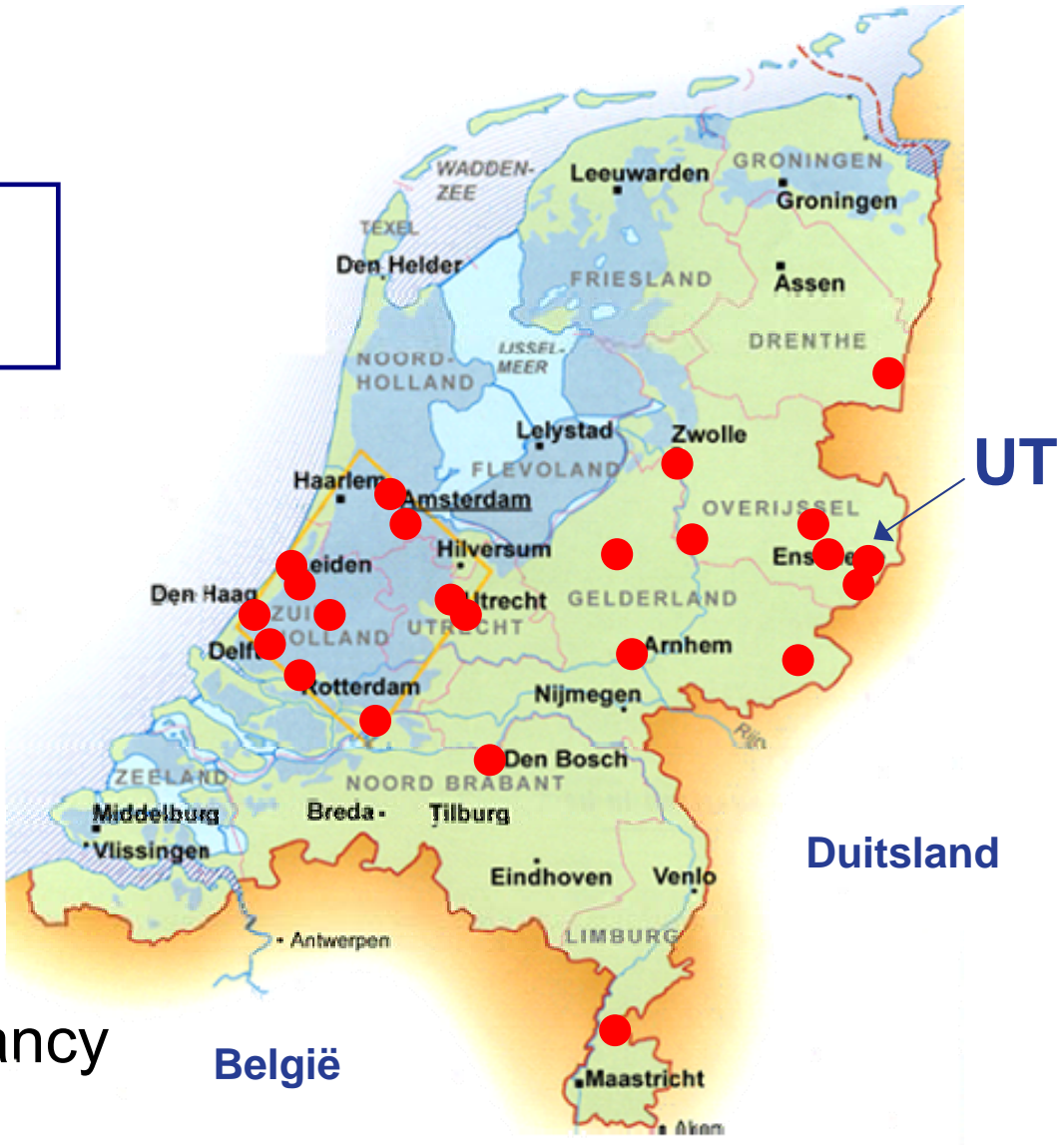
CHOIR - Center for Healthcare Operations Improvement & Research

- Relevante vraagstukken uit praktijk
- Onderzoeksfinanciering van overheid en partners
- Streven: onderzoek moet leiden tot implementatie
 - Multidisciplinaire benadering
 - Betrokkenheid staf (management, medisch)
 - Publicatie in zowel OR/OM als zorgmanagement literatuur
 - Intensieve samenwerking met zorginstellingen →



● : partners

- UMC's
- Topklinische ziekenhuizen
- Algemene ziekenhuizen
- Gespecialiseerde klinieken
- Revalidatiecentra
- DSS ontwikkelaar, consultancy





CHOIR

Center for Healthcare Operations Improvement & Research

website:

<http://www.choir.utwente.nl>

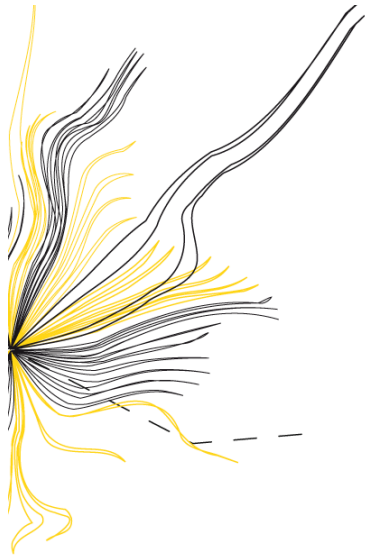
Online bibliografie “OR in Healthcare”:

<http://www.choir.utwente.nl/orchestra>



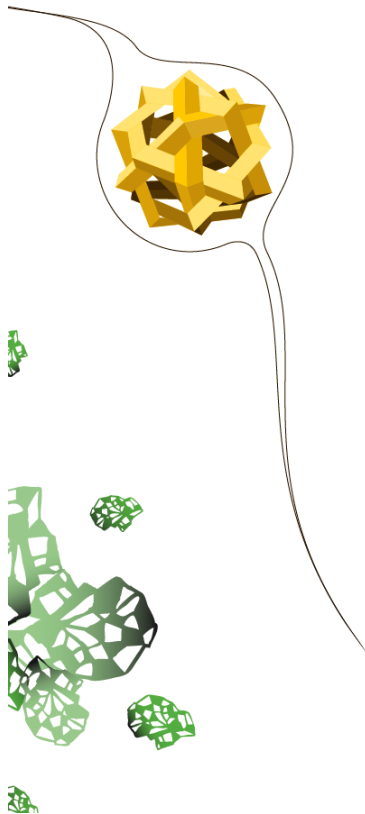
Onderwijs OR/OM in de zorg @ UT

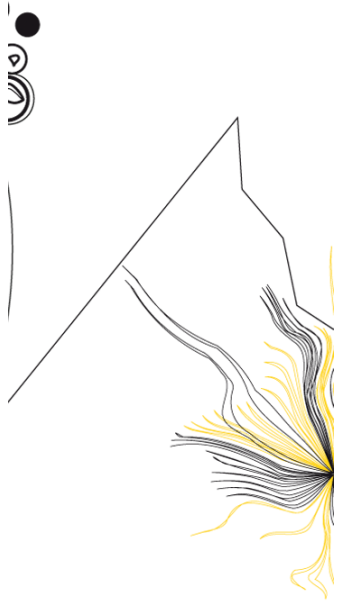
- Universitaire technisch bedrijfskundige opleiding zorgmanagement
 - 3 jaar bachelor technische bedrijfskunde
 - 2 jaar master logistiek en management in de zorg (IEM)
- Keuzevakken op gebied van zorglogistiek voor:
 - Technische wiskunde master studenten
 - Werktuigbouwkunde studenten
- Gezondheidswetenschappen (Health Sciences)
 - 3 jaar bachelor (1/3e deel management en logistiek)
 - 1 jaar master (1/3e deel management en logistiek)



Inzet studenten bij onderzoek

- B.Sc. studenten (\pm 15 p.j.): 3 maanden
- M.Sc. studenten (\pm 25 p.j.): 6-8 maanden
- Ph.D. studenten (10 op dit moment):
 - Voor 4 jaar gekoppeld aan:
 - AMC (3)
 - LUMC
 - NKI / AVL
 - ORTEC
 - Reinier de Graaf Gasthuis (2)
 - Haga ziekenhuis
 - Gelre ziekenhuis





Onderzoeksontwikkeling

- **2003 - 2007:** Focus op afdelingen in ziekenhuizen
 - Operatiekamers (planning, scheduling, benchmarking)
 - Polikliniek, SEH, POS
 - Radiologie (CT, MRI, etc.)
- **2008 - 2012:** Focus op zorgpaden in ziekenhuizen
 - STW project “LogiDOC”, 2008-2013
 - 12 ziekenhuizen, 6 promovendi
 - Promovendi zijn 2-3 dagen/week bij ziekenhuis
- **Opstartfase:** optimalisatie van transmurale zorgketen, patiëntenlogistiek revalidatiecentra



Onderwerpen van onderzoek binnen CHOIR

- Ambulances
- GGZ
- Huisartsen
- Inkoop
- Intensive care
- Kindergeneeskunde
- KNO
- Oncologie
- Operatiekamer
- Polikliniek
- Radiologie (CT, MRI, Radiotherapie)
- Revalidatie
- Pre-operatieve screening
- Prestatiemeting; benchmarking
- Spoedeisende hulp (SEH)
- Transmurale zorg
- Verpleegafdelingen, beddenplanning


Introductie

OK planning & scheduling





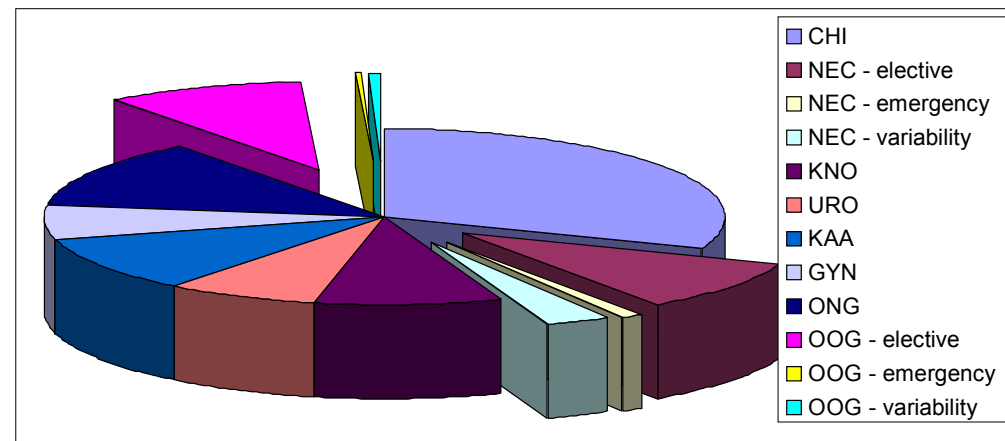
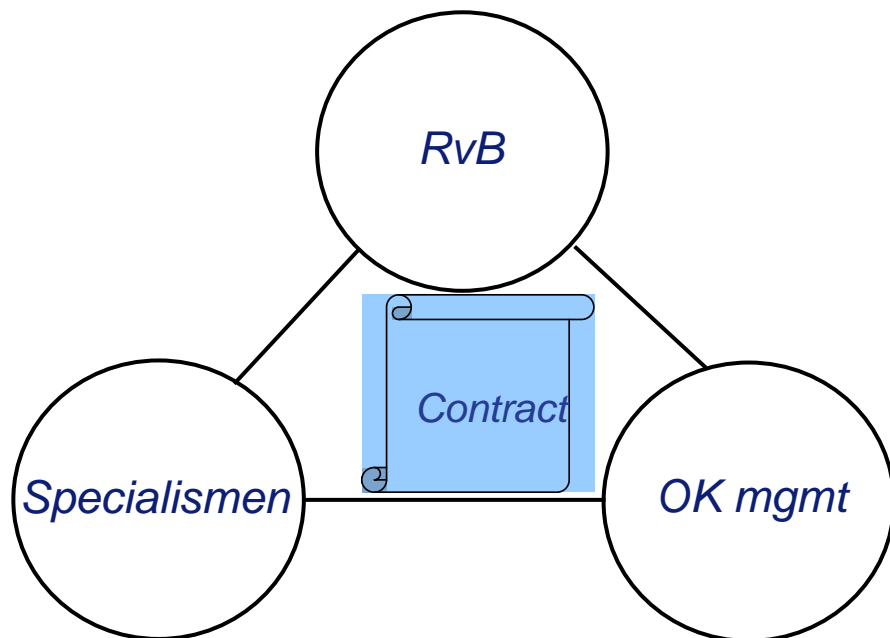
Introductie o.b.v. hiërarchisch besturingsraamwerk voor zorginstellingen



	Medische planning	Resource planning	Materialen planning	Financiële planning
Strategisch				
Tactisch				
Offline operationeel				
Online operationeel				

Introductie OK-planning: strategisch niveau

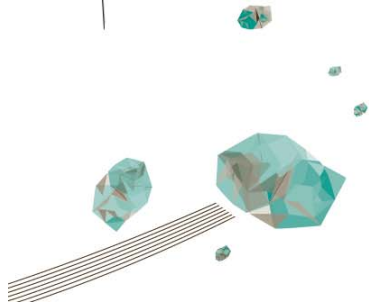
- Capaciteitsdimensionering
 - OKs, apparatuur, instrumenten
 - Staf
- Verdeling van de “capaciteitstaart”
 - Contract: RvB – OK management – specialismen





Introductie OK-planning: tactisch niveau

- (Gesloten) blok planning (OK-dagen → specialismen)
- OK personeel (staffing)
- Shift & team scheduling
- OK-gerelateerde bedden planning (vpl, ICU)





Introductie OK-planning: offline operationele niveau

- Toewijzing electieve operaties aan blokken
 - Per specialisme, 1 a 2 weken van tevoren
 - Operatieduur o.b.v. schattingen / historische cijfers
 - Witte vlekken planning t.b.v. spoed, variatie op. duur
- Add-on scheduling van semi-urgente operaties
- Sequencing van electieve operaties
 - Oplossen van conflicten door beperkt beschikbare apparatuur
 - Kinderen aan het begin van de dag, “vuile” operaties aan het einde
- Roosteren van personeel



Introductie OK-planning: online operationele niveau

- Monitoring en bijsturing
- Spoedoperatie scheduling (gedurende de dag):
 - Spoed OK's
 - Spoedoperaties in spoed-OK's
 - Geen spoed-OK's
 - Spoedoperaties in electieve programma

Naar het onderzoek...



Electieve operatieplanning

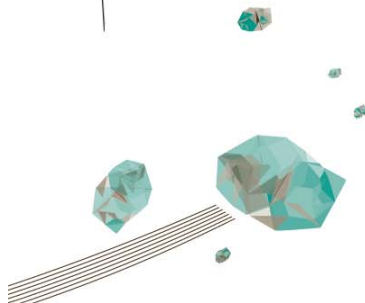


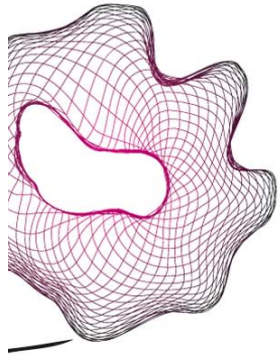
Uitdagingen:

- Optimaliseren benutting “bemenste” OK’s
- Optimaliseren robuustheid (bv. min. overwerk)
- Optimaliseren andere resources (vpl/ICU, X-ray)
- Ketenoptimalisatie
- Eenvoudig te implementeren

...met zoveel mogelijk behoud van medische autonomie van de chirurgen

→ Veelbelovende aanpak: **Master Surgical Scheduling**





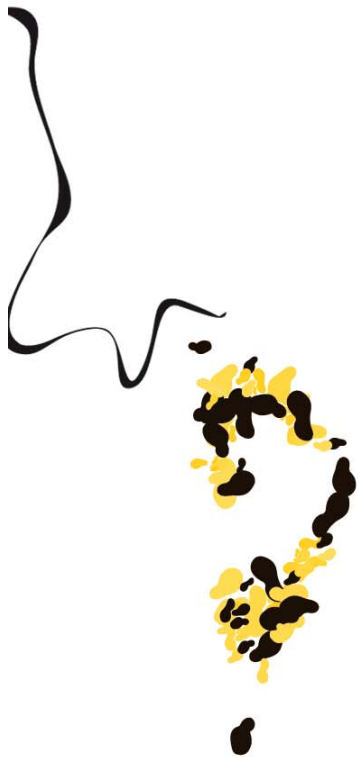
Voor-studie (zie: EJOR 185)

Vraag:

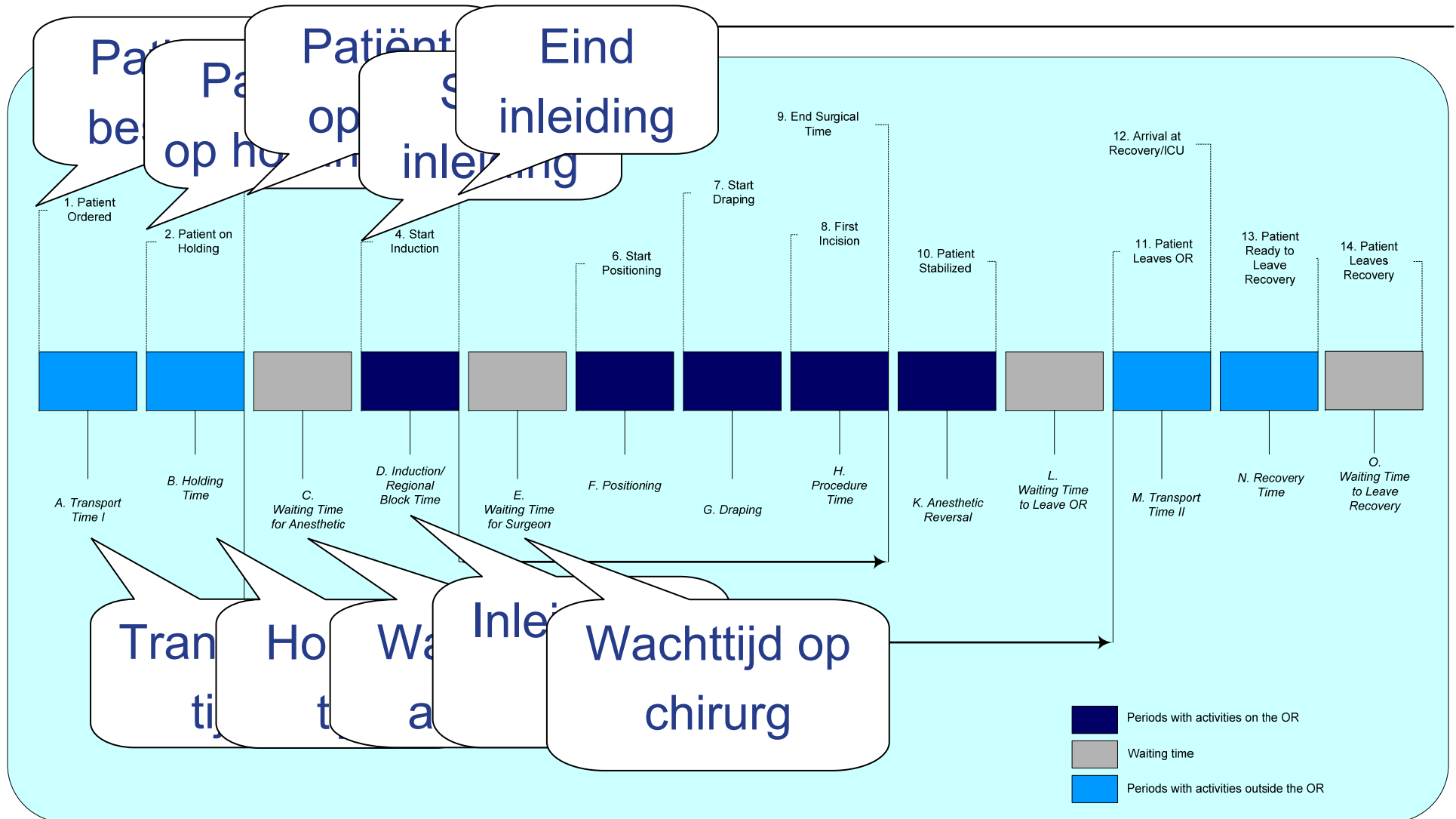
- Hoeveel kunnen we de OK-benutting verbeteren door het optimaliseren van het electieve programma?

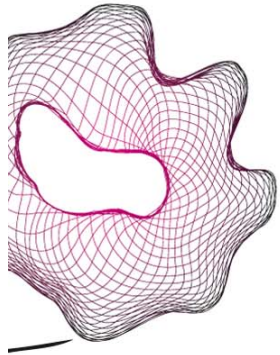
Aanpak:

- Uniforme tijdsregistratie →
- Scheduling gebaseerd op historische oper.duur
- Witte vlek: 30% kans op overwerk
- Optimalisatie electieve schedule middels het gebruiken van het portfolio effect



Eenduidige definities: vb. tijdsregistratiesysteem OK (Medisch Contact '06)





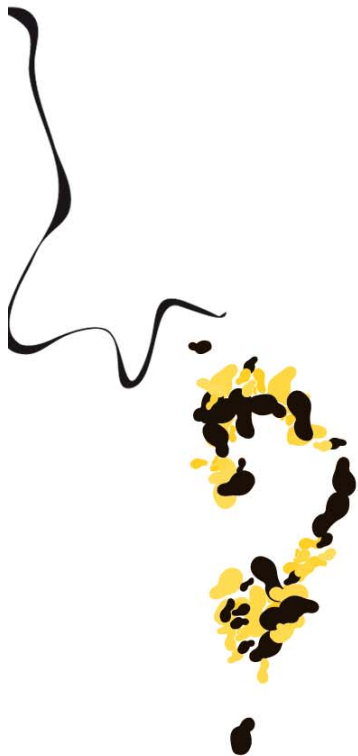
Voor-studie (zie: EJOR 185)

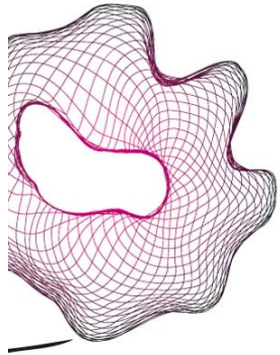
Vraag:

- Hoeveel kunnen we de OK-benutting verbeteren door het optimaliseren van het electieve programma?

Aanpak:

- Uniforme tijdsregistratie
- Scheduling gebaseerd op historische oper.duur →
- Witte vlek: 30% kans op overwerk
- Optimalisatie electieve schedule middels het gebruiken van het portfolio effect





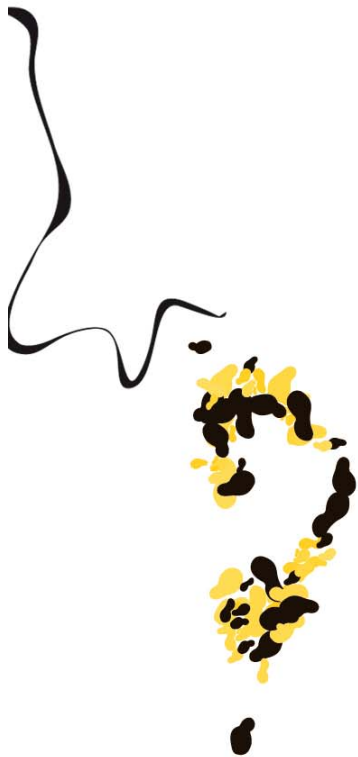
Voorstudie (zie: EJOR 185)

Vraag:

- Hoeveel kunnen we de OK-benutting verbeteren door het optimaliseren van het electieve programma?

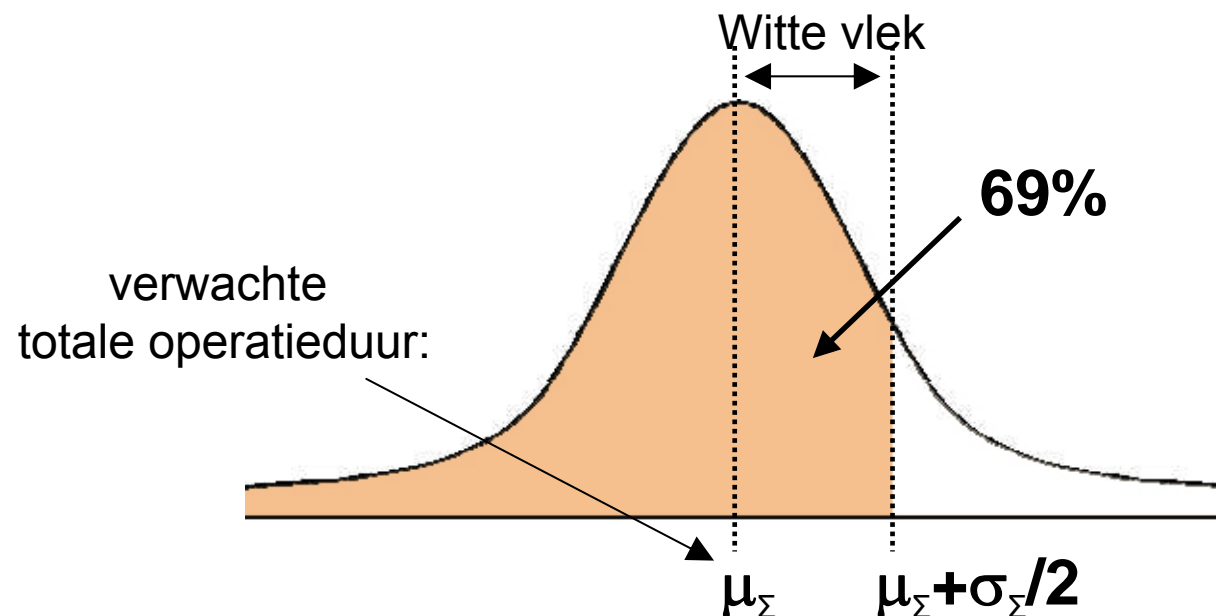
Aanpak:

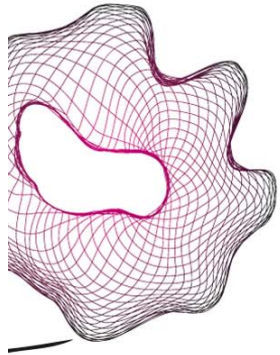
- Uniforme tijdsregistratie
- Scheduling gebaseerd op historische oper.duur
- Witte vlek: 30% kans op overwerk →
- Optimalisatie electieve schedule middels het gebruiken van het portfolio effect



Bepalen omvang van de witte vlek om de variatie in de operatieduur op te vangen

- Erasmus MC veronderstelt een normaal-verdeelde operatieduur
- Witte vlek is $\sigma_{\Sigma}/2$, waarbij σ_{Σ} de stdev. is van de totale operatieduur op die OK-dag





Voorstudie (zie: EJOR 185)

Vraag:

- Hoeveel kunnen we de OK-benutting verbeteren door het optimaliseren van het electieve programma?

Aanpak:

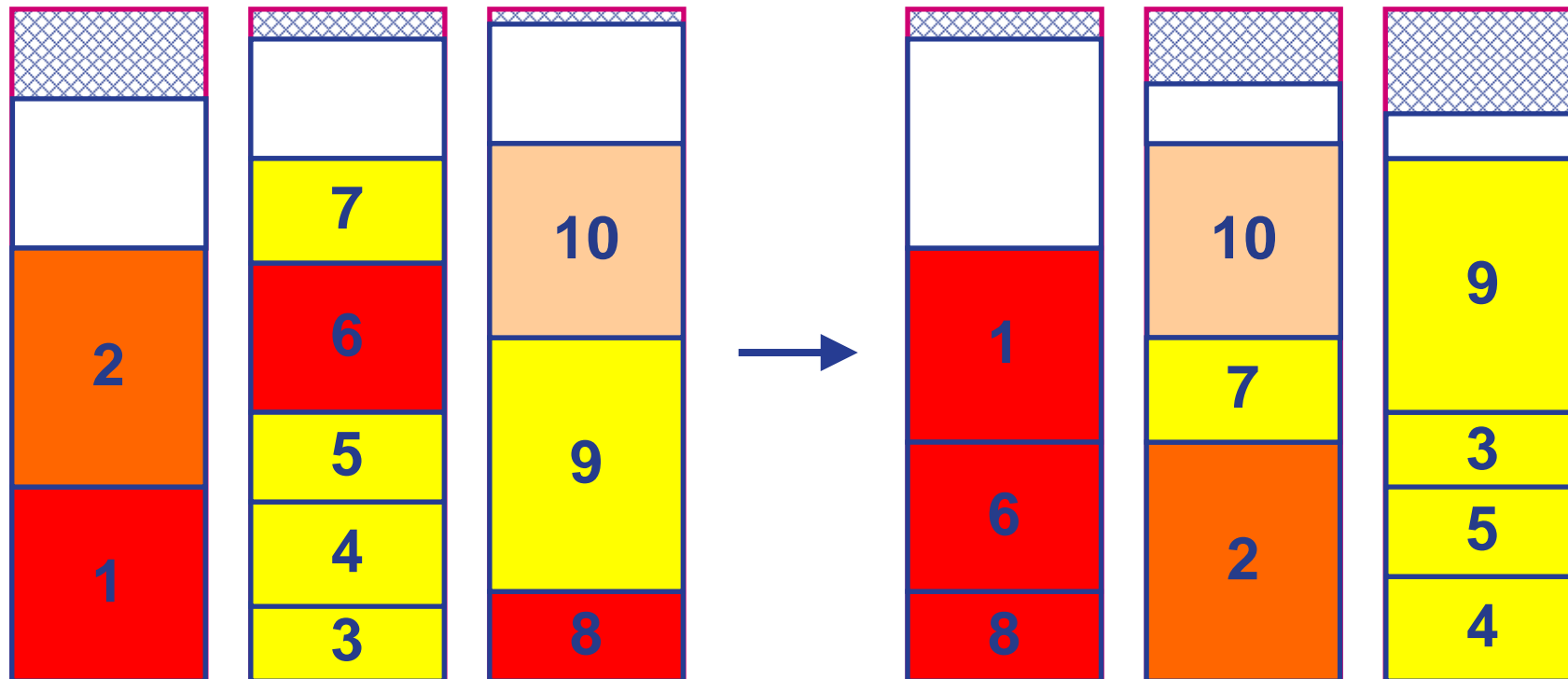
- Uniforme tijdsregistratie
- Scheduling gebaseerd op historische oper.duur
- Witte vlek: 30% kans op overwerk
- Optimalisatie electieve schedule middels het gebruiken van het portfolio effect →



Voorstudie

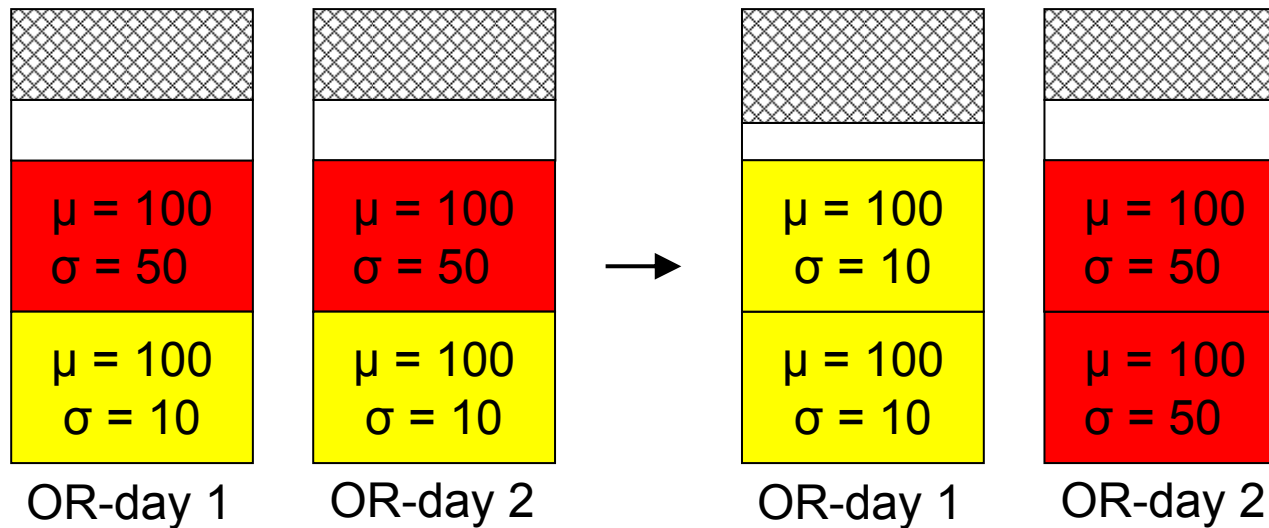
Portfolio-effect

Hoe “roder” de operatie, hoe groter de variabiliteit in de duur



Dit reduceert de totale benodigde witte vlek

Voorbeeld (2)



OK-dag 1: $\sigma_{\Sigma}^1 = \sqrt{50^2 + 10^2}$

OK-dag 2: $\sigma_{\Sigma}^2 = \sqrt{50^2 + 10^2}$

$\sigma_{\Sigma} = \sigma_{\Sigma}^1 + \sigma_{\Sigma}^2 = \underline{\underline{102.0}}$

$\sigma_{\Sigma}^1 = \sqrt{50^2 + 50^2}$

$\sigma_{\Sigma}^2 = \sqrt{10^2 + 10^2}$

$\sigma_{\Sigma} = \sigma_{\Sigma}^1 + \sigma_{\Sigma}^2 = \underline{\underline{84.9}}$

Master surgical scheduling

een cyclische, integrale planning van OK en IC / VPL

OR Spectrum, 2007 (co-work Van Oostrum *et al.*)

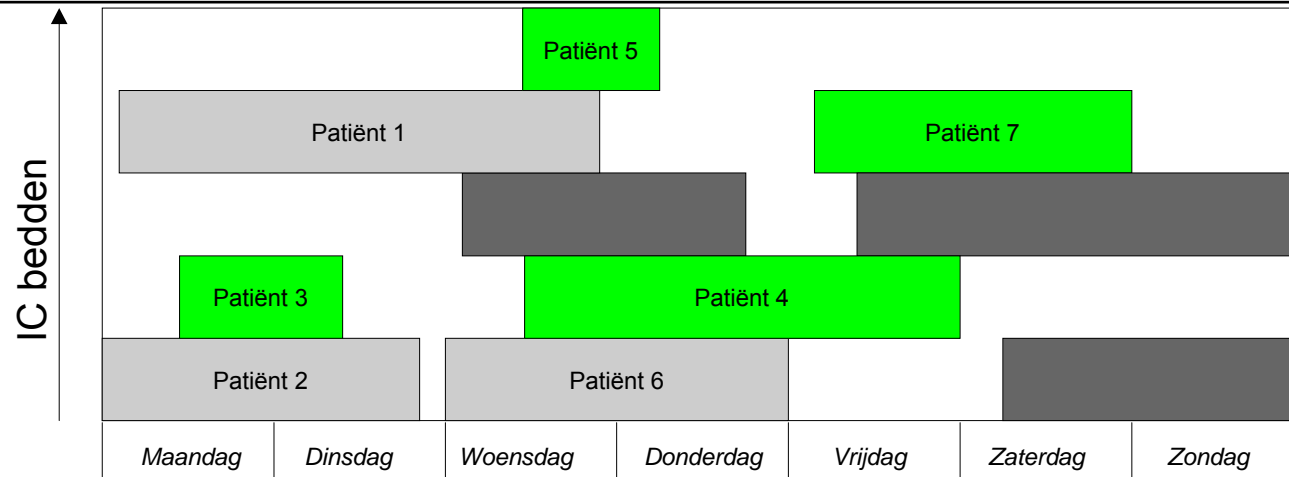


Aanleiding

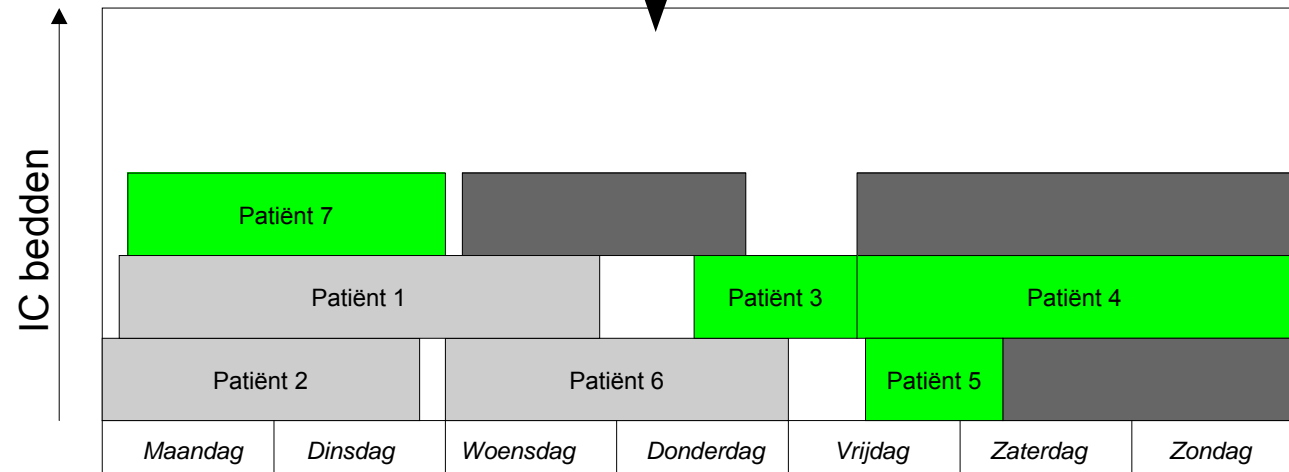
- Lage OK-benutting, veel afzeggingen, “hollen en stilstaan”
- OK-scheduling tijdrovend, frustrerend
Echter: **veel operatietypen worden frequent uitgevoerd!**
- Wekelijkse optimalisatie met wiskundige technieken
 - Leidt tot “nerveuze schedules”
 - Interfereert met medische autonomie
 - Erg moeilijk te implementeren

IC vraag n.a.v. OK-programma

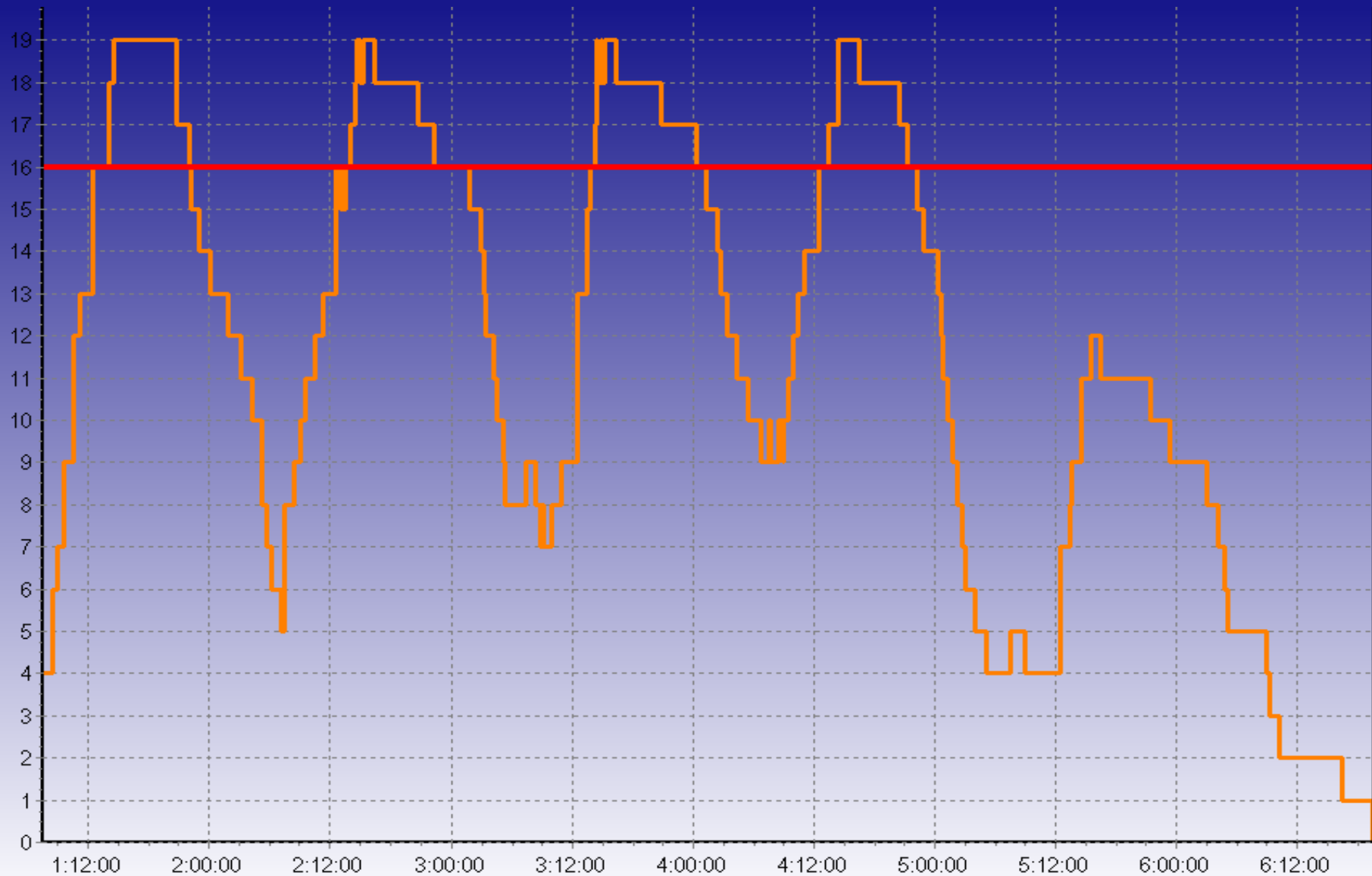
Verwachte
IC-bezetting
electieve patiënten
zonder coördinatie
OK-IC



Verwachte
IC-bezetting
electieve patiënten
met coördinatie
OK-IC



“Gemiddeld gebruiken we maar 12 van de 16 bedden”

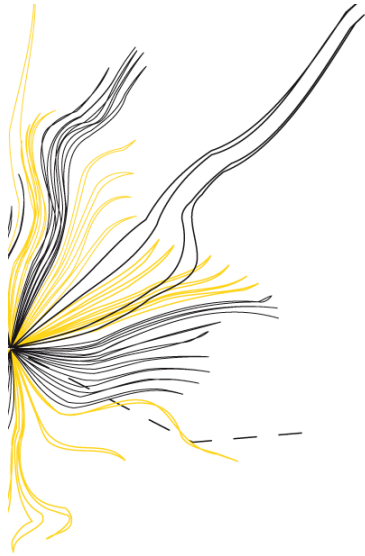




Master surgical scheduling: algemene idee

Een cyclisch schedule van operatietypen dat:

- Alle frequent voorkomende operaties bevat
- De werklast van de specialismen verdeelt
- De werklast van aanpalende afdelingen levelt (IC, vpl)
- Robuust is tegen onzekerheid
- De OK-benutting verbetert
- De medische autonomie behoudt
 - **Specialisme wijst patiënt toe aan slots in het schedule**



MSS: probleem beschrijving

Doel:

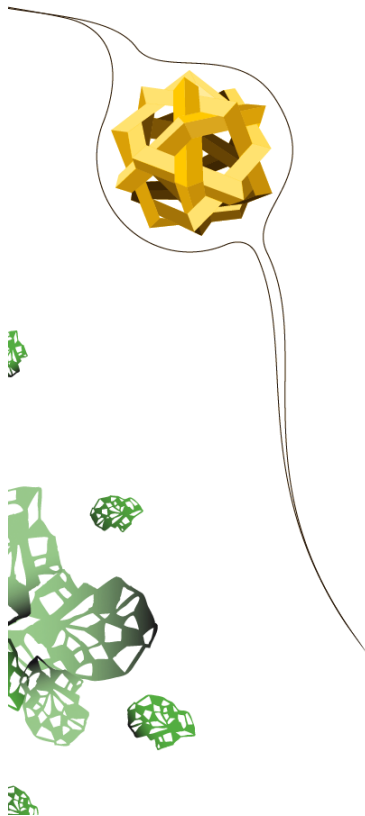
- Maximaliseer OK-benutting
- Levellen bed-gebruik n.a.v. OK-programma (IC, vpl)

Randvoorwaarden:

- OK en beddencapaciteit (probabilistisch)
- Operatietypen gepland volgens frequentie

Te bepalen:

- Lengte van de planning cyclus
- Een lijstje operatietypen per OK-dag





MSS test aanpak

1. Statistische analyse van operatiefrequenties
2. Selecteer een cyclus lengte (1, 2, of 4 weken)
3. Bouw een MSS (2-fasen aanpak)

Tools: AIMMS mathematische modelbouw software met geïntegreerde CPLEX solver

4. Discrete event simulatie

Schedule overgebleven infrequente operaties in gereserveerde restcapaciteit

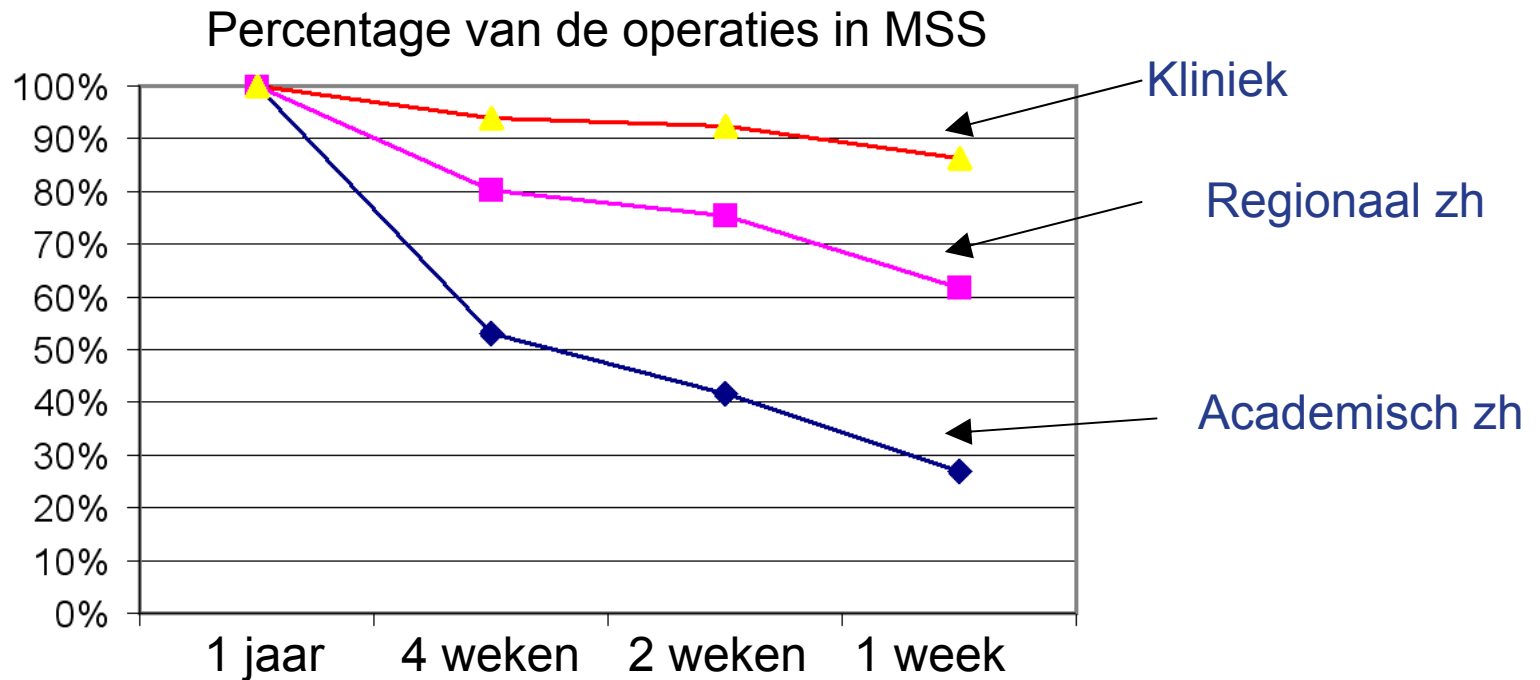
Spoedoperaties (add-on en online planning)



Data: historische data van 3 typen ziekenhuizen; **academisch, regionaal ziekenhuis, kliniek**

Master surgical scheduling: resultaten

Resultaten verschillen per type ziekenhuis:

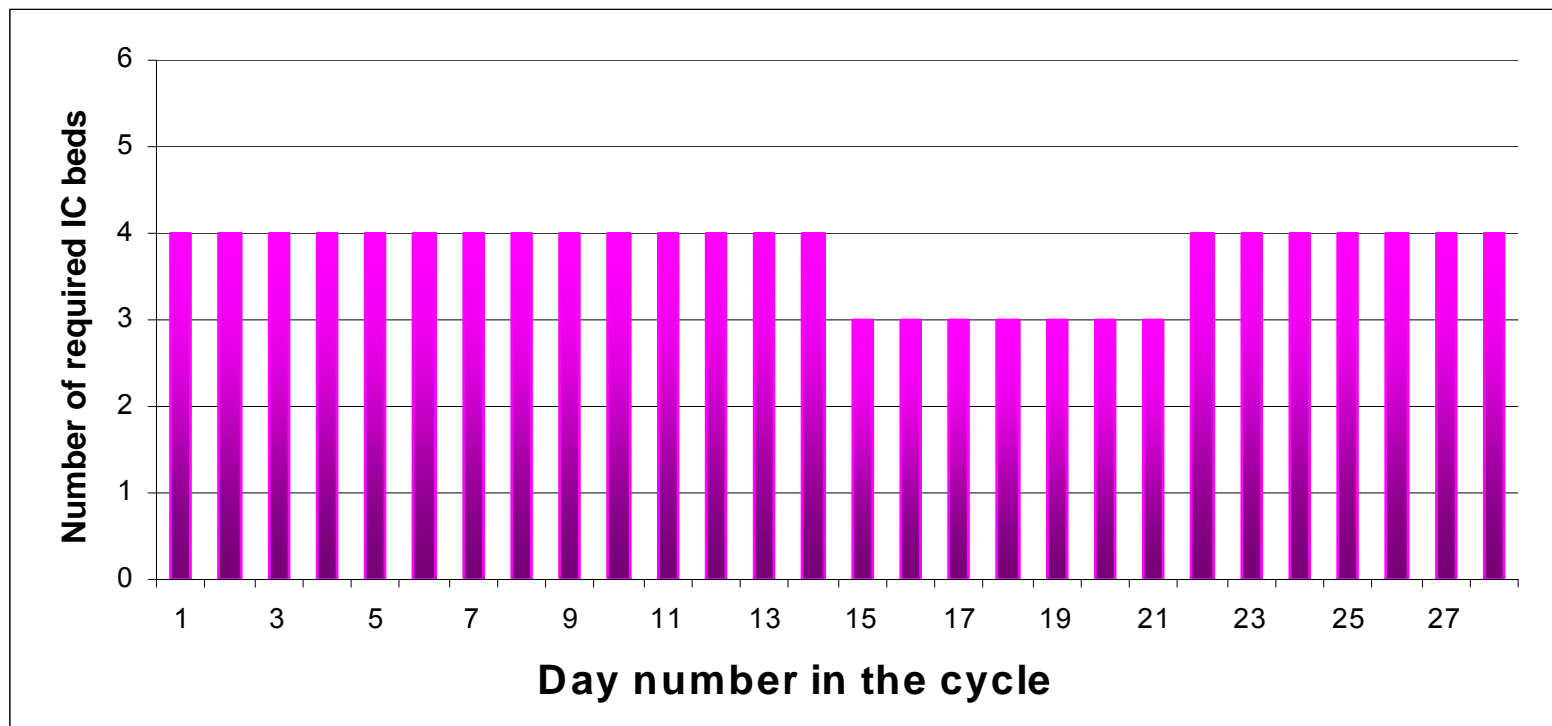


Reden: verschillend volume en case mix

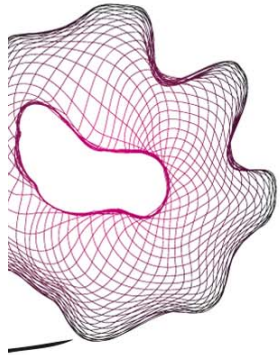
Master surgical scheduling: resultaten

Benodigde # IC bedden zonder MSS: tussen 0 en 12 per dag

Benodigde # IC bedden met MSS (4 weken cyclus):



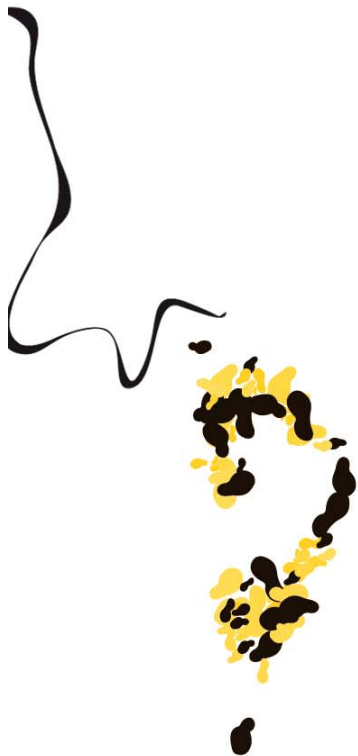
74.3% van de totale IC beddenvraag wordt gepland in een MSS van 4 weken



Master surgical scheduling: resultaten

Reductie OK-capaciteitsgebruik (portfolio effect):

Cyclus lengte	1 week	2 weken	4 weken
Academisch zh	1.1 %	2.7 %	4.2 %
Regionaal zh	2.8 %	5.7 %	6.3 %
Kliniek	4.9 %	7.3 %	8.6 %





Master surgical scheduling **conclusies**

Voordelen:

- Relatief eenvoudig te implementeren
- Maakt vroege afstemming van personeel, materieel en materialen mogelijk
- Minder overwerk, hogere bezetting (tot 8.6%)
- Minder afzeggingen → kortere doorlooptijden
- Betere afstemming tussen afdelingen

Nadeel:

- “Dekt” niet alle operaties

Spoed-OK of niet?

Robuuste optimalisatie van het OK-programma t.b.v. het opvangen van spoedoperaties

(offline operationele niveau)



Aanleiding

Spoedoperaties zijn de belangrijkste bron van verstoring op de OK

→ leidt tot: overwerk, afzeggingen, wachttijd, gereduceerde benutting

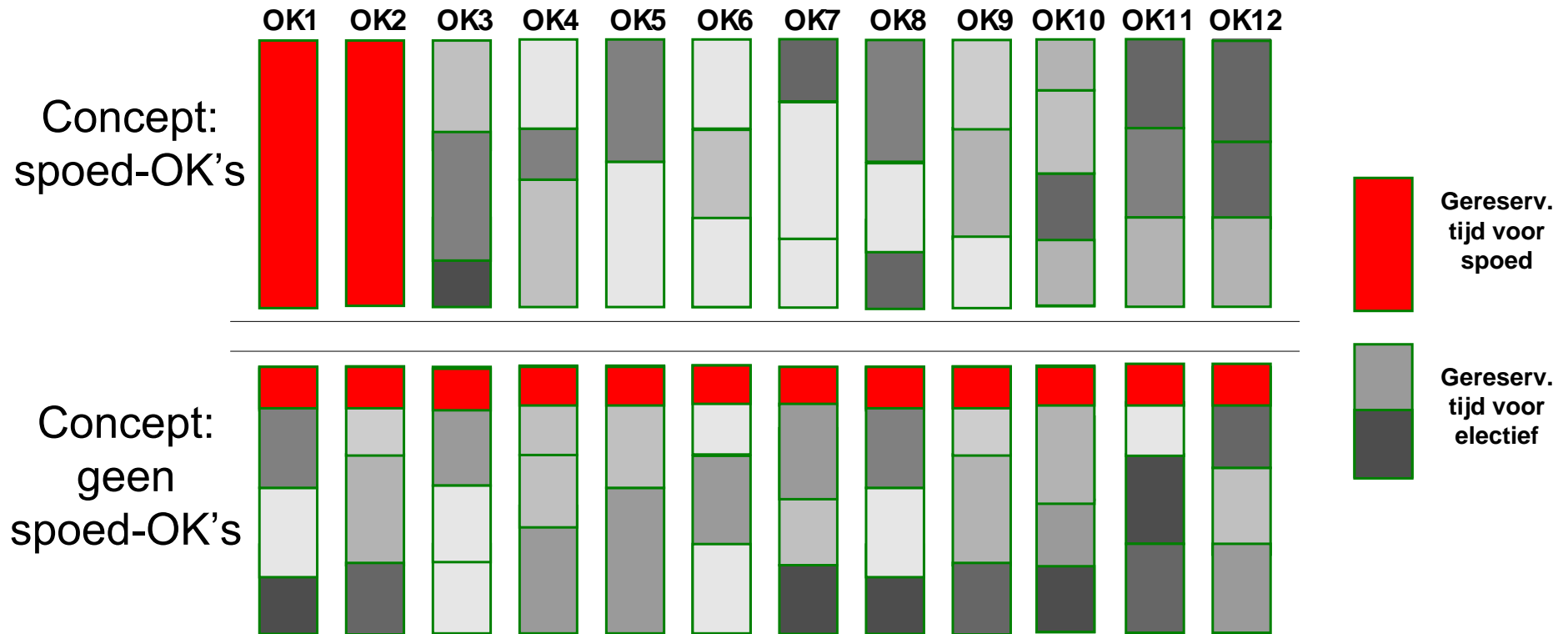
Mogelijkheden om met spoed om te gaan:

“Dedicated” spoed-OK’s

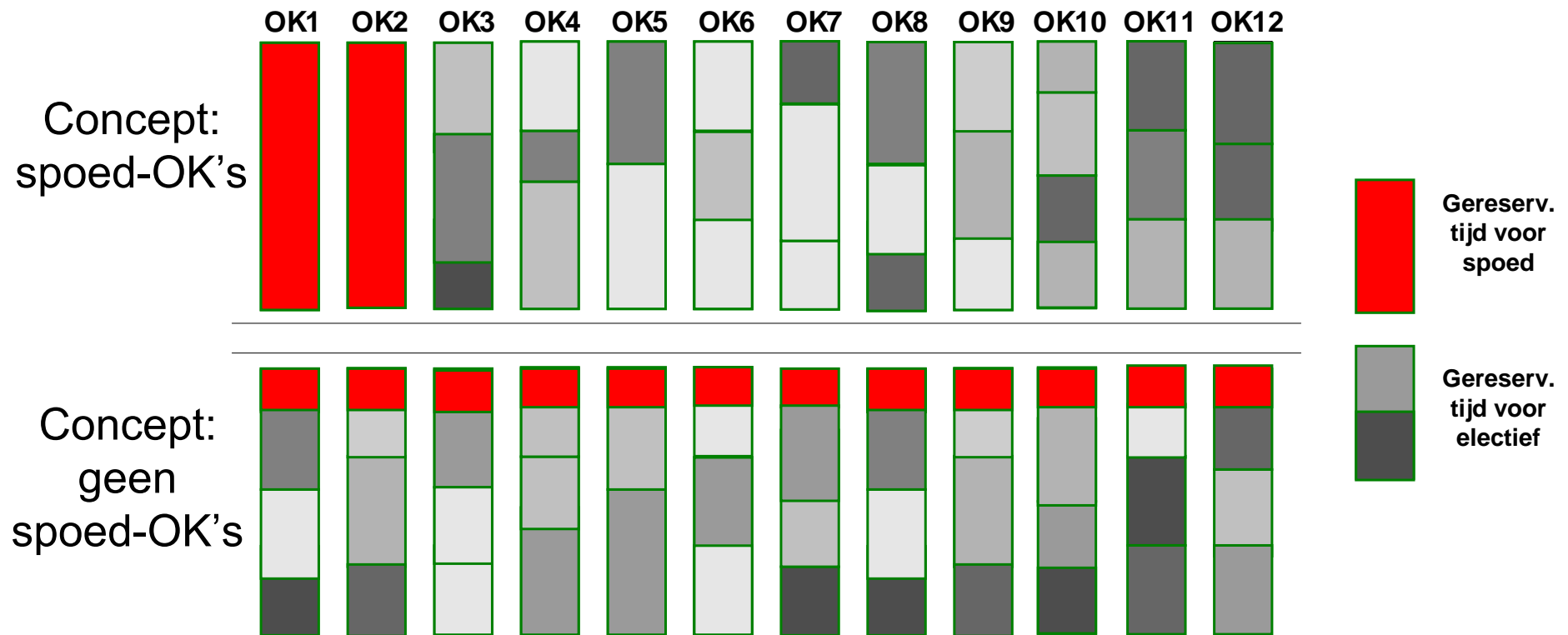
vs.

Schedule spoed in het electieve programma

Spoed-OK of niet?

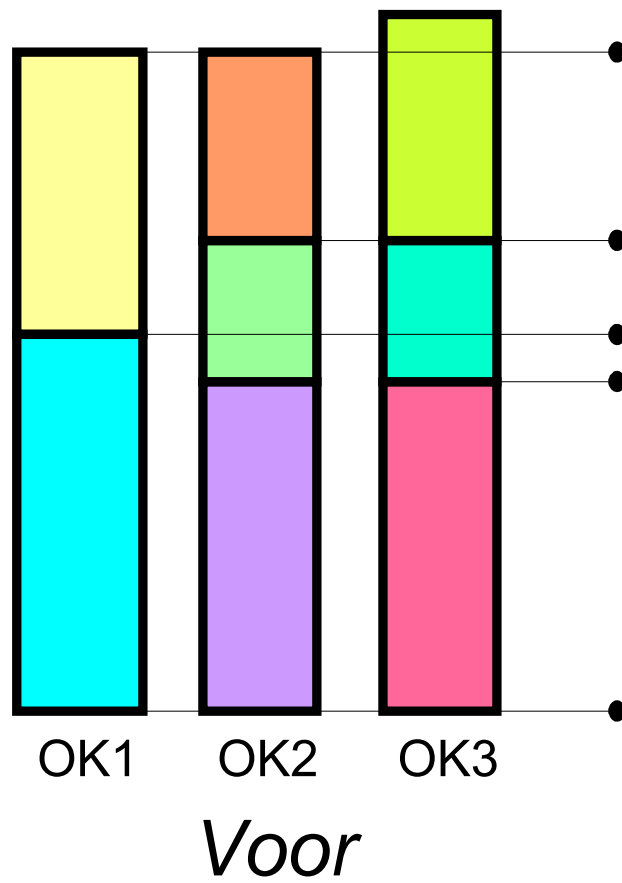


Spoed-OK of niet?

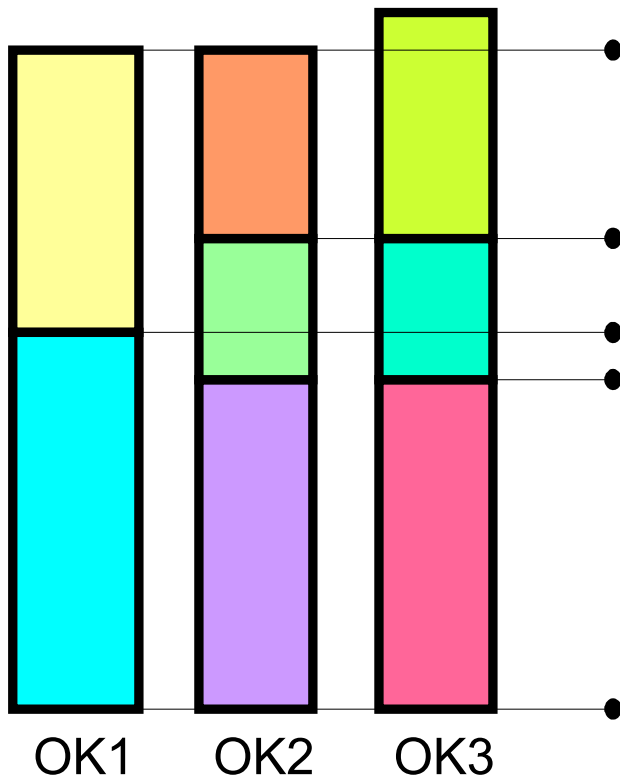


Resultaat van simulatiestudie: (≥ 8 OK's) spoed-OK concept heeft **slechtere** performance t.a.v. wachttijd spoedoperaties, overwerk, OK-benutting

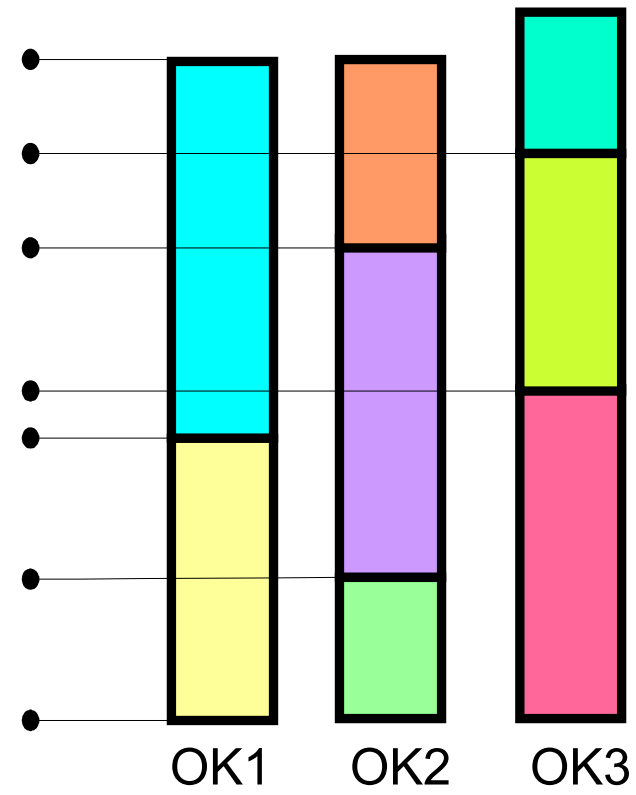
Optimalisatie van inbreekmomenten



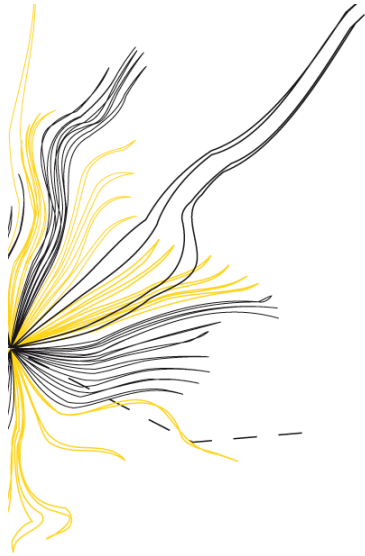
Optimalisatie van inbreekmomenten



Voor



Na



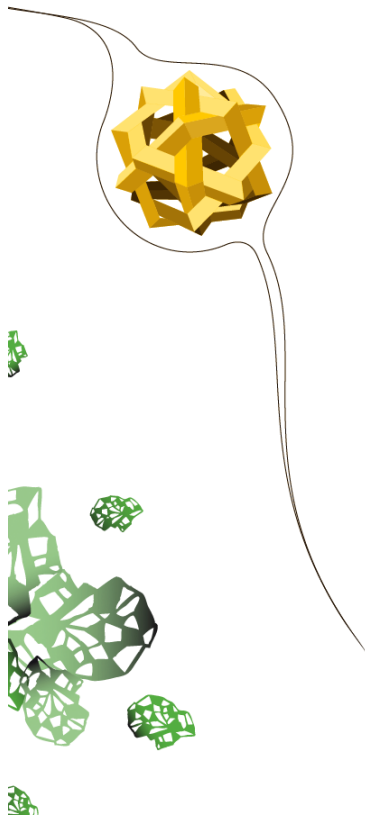
Oplossingsbenadering

Doel: zoveel mogelijk verspreiden
“inbreekmomenten” tussen electieve operaties

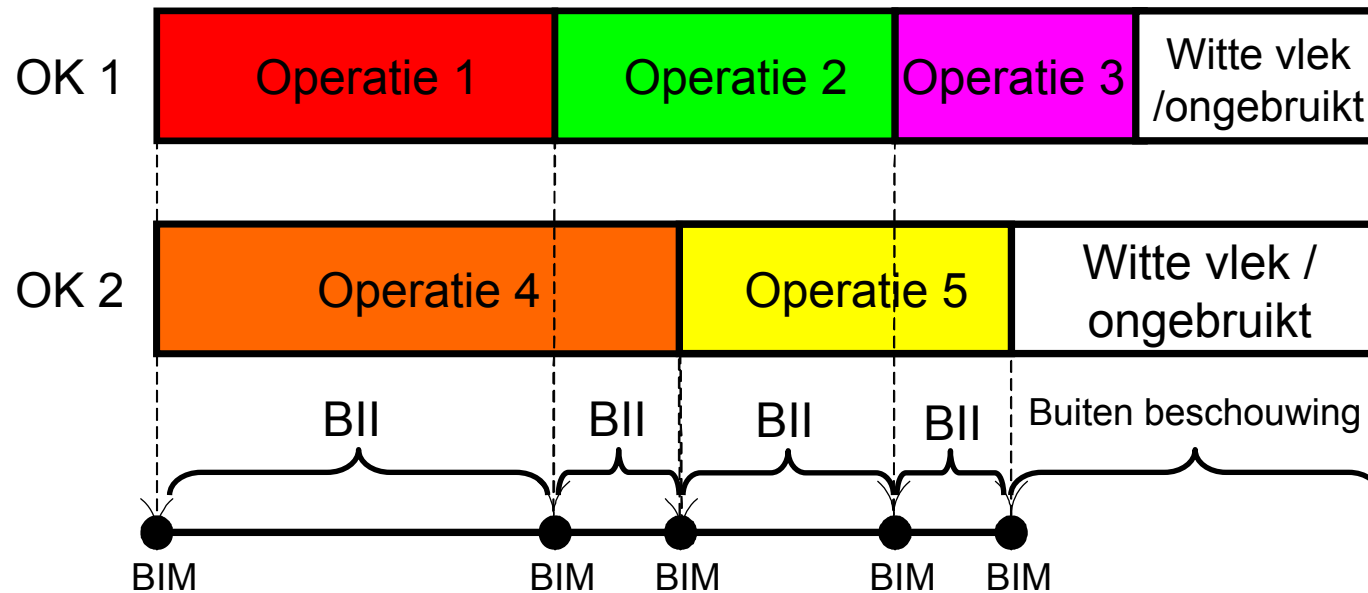
Nieuw type schedulingsprobleem (NP-hard in the
strong sense; proof by reduction from 3-partition)

Input: electief operatieprogramma voor een
gegeven dag

Optimalisatie: constructieve methoden, lokaal
zoeken



Constructieve heuristiek



BIM = Break-in-Moment

BII = Break-in-Interval

Het doel is om “min max BII” te vinden

Ondergrens voor "min max BII"

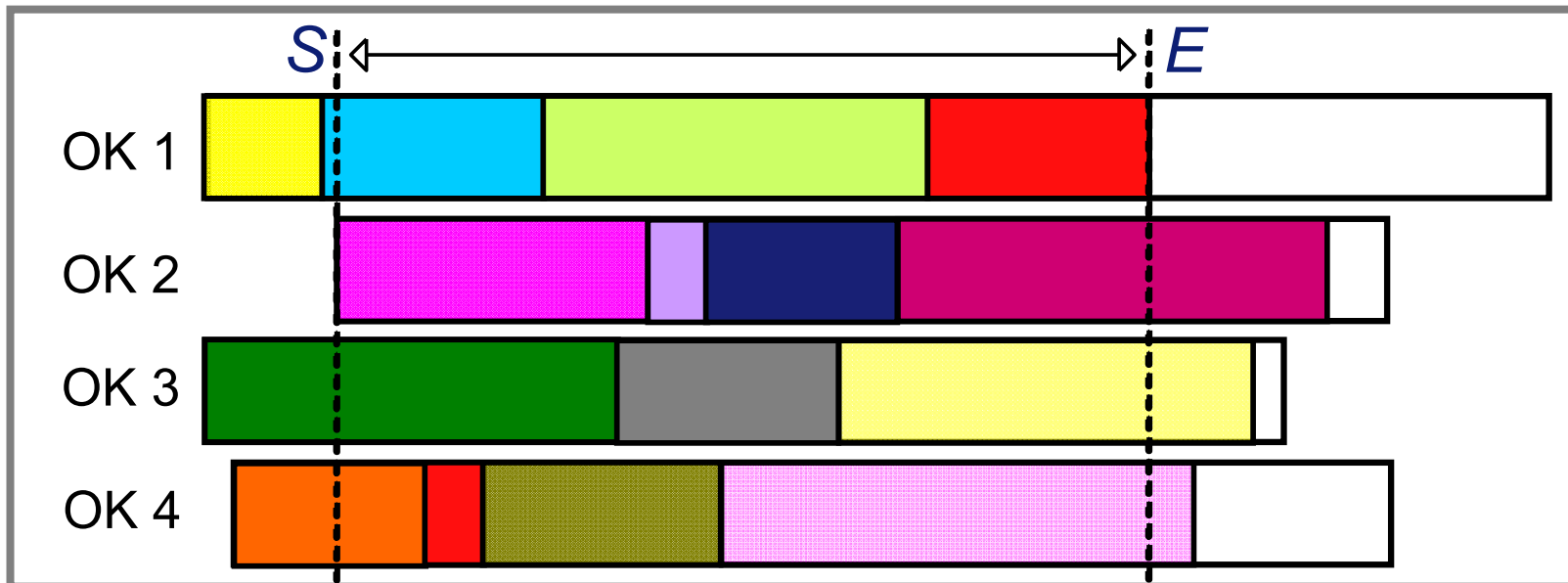
$$\lambda = \frac{E - S}{1 + \sum_{j \in J} (M_j - 1)}$$

E: vroegste OK-einde time

S: laatste OK-start

M_j: aantal operaties in OK j

#BIMs
#BIIs



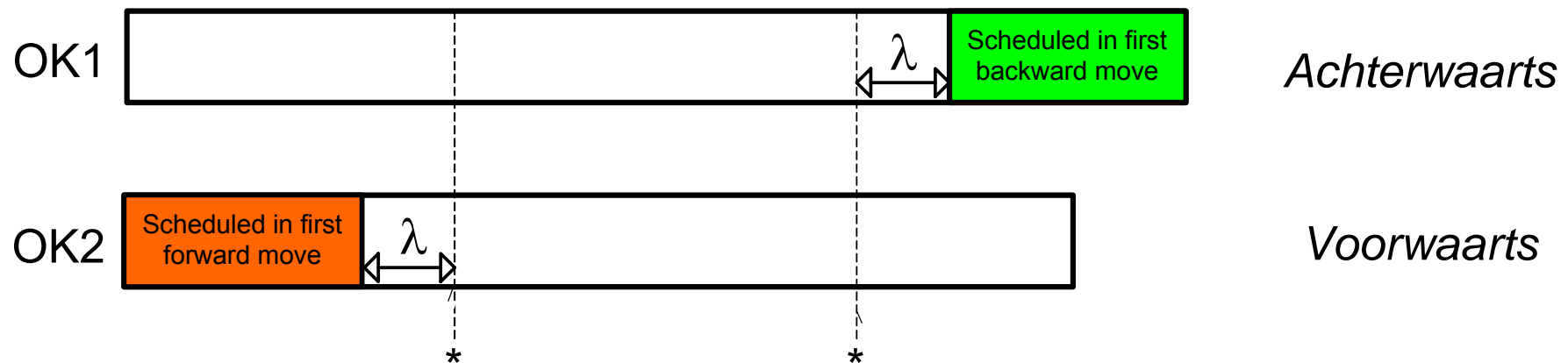
Constructieve heuristiek

Eerst berekenen we λ : ondergrens voor “min max BII”

$$\lambda = \frac{E - S}{1 + \sum_{j \in J} (M_j - 1)}$$

E: vroegste OK-einde time
S: laatste OK-start
M_j: aantal operaties in OK *j*

Iteratief plannen we een operatie voor- en achterwaarts, zo dicht mogelijk bij *

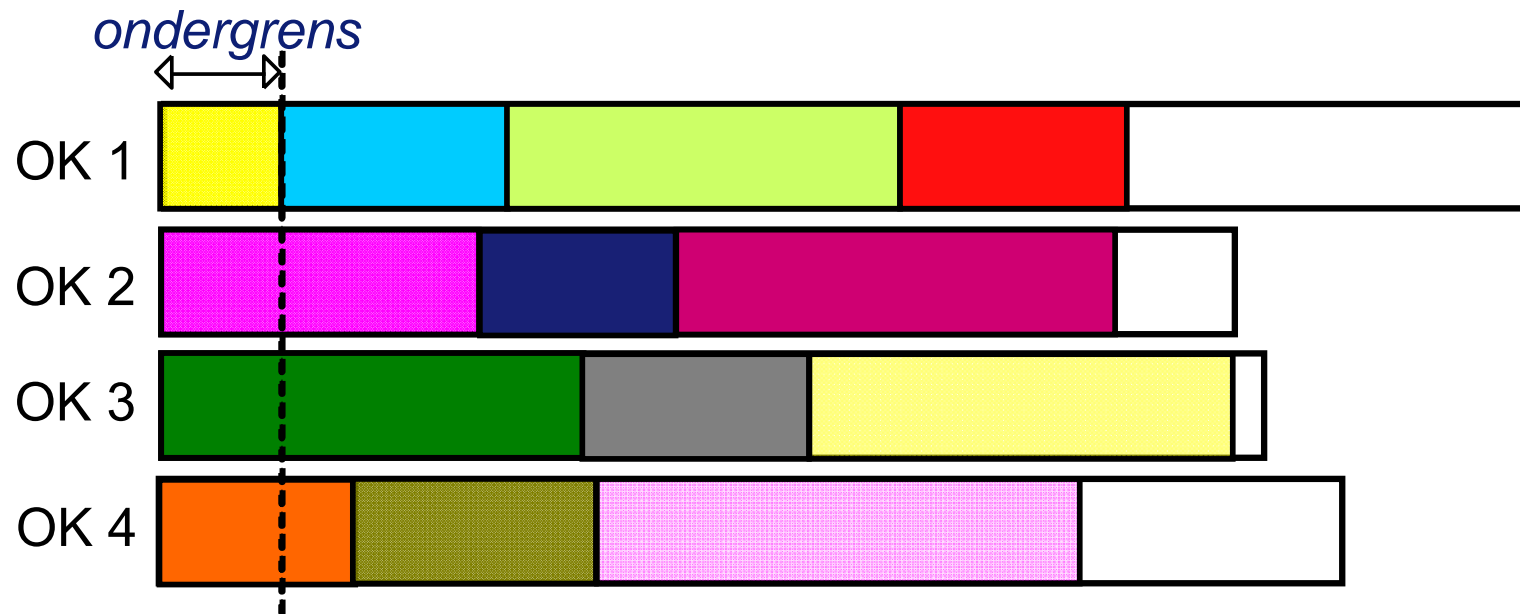


Ondergrens voor "min max BII"

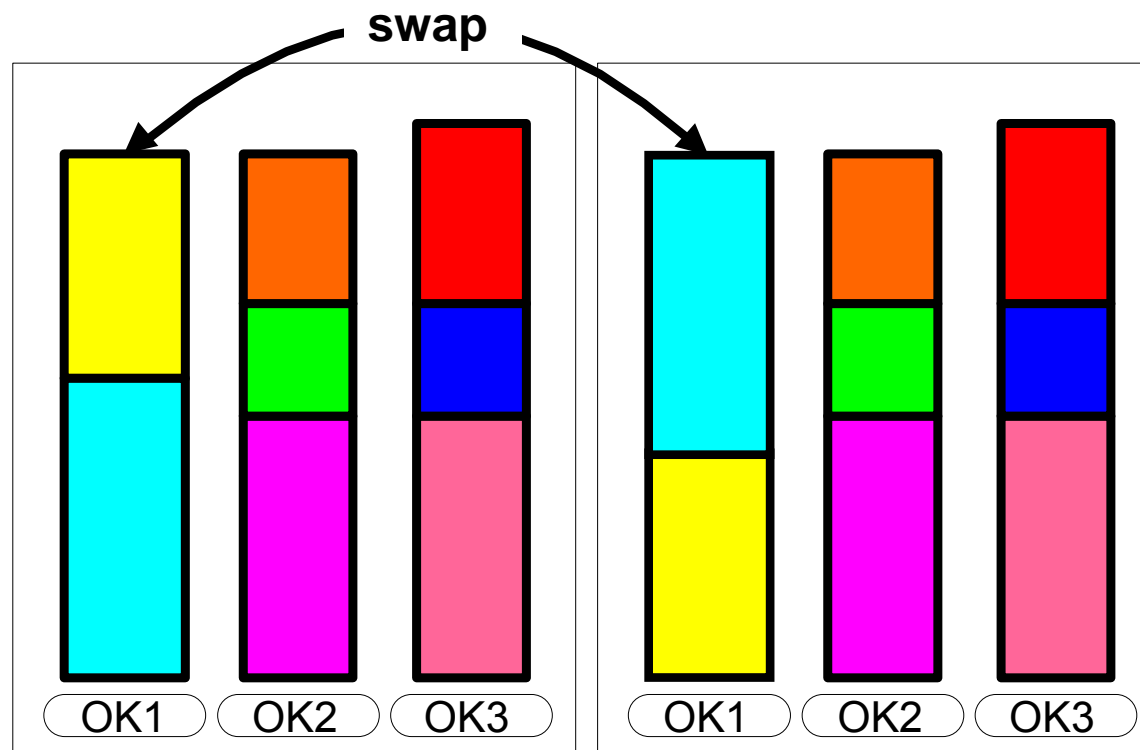
Observatie:

De operatie met de kortste verwachte duur levert een ondergrens voor "min max BII"

→ we kijken ook naar 2^e en 3^e grootste interval



Lokaal zoeken: verwisselen volgorde operaties



Simulatie resultaten

Wachttijd minder dan:	Eerste spoedgeval		Tweede spoedgeval		Derde spoedgeval	
	zonder BII opt.	BII opt.	zonder BII opt.	BII opt.	zonder BII opt.	BII opt.
10 minuten	28.8%	48.6%	34.9%	44.9%	40.4%	46.2%
20 minuten	53.0%	75.8%	56.9%	73.6%	63.0%	69.8%
30 minuten	70.5%	90.9%	71.8%	87.2%	76.3%	86.7%

Case mix Academisch ziekenhuis



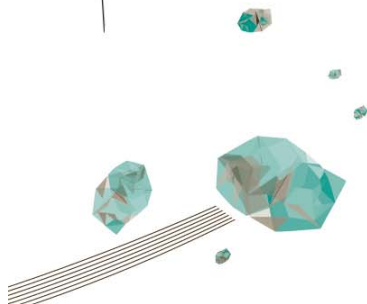
Resultaten van simulatie

“Geen spoed-OK’s”-concept vs. “Spoed-OK’s”-concept levert:

- Verbeterde OK-benutting (3.1%)
- Reductie overwerk (21%)

Break-in-moment optimalisatie levert:

- Gereduceerde wachttijd voor spoedoperaties, met name voor de eerste spoedoperaties (patiënten geholpen binnen 10 min.: van 28.8% → 48.6%)





Voorbeelden van ander OK- gerelateerd onderzoek

▪ **Operatiekamer:**

- Inventarisatie planningsregels OK-planning
- Implementatie Master Surgical Scheduling (SKB, RIVAS)
- Berekenen benodigde bedden capaciteit o.b.v. OK-programma (NKI/AVL)
- Bepalen benodigde aantal teams in nacht (ErasmusMC)
- NFU OK-benchmarking project
- Herontwerp pre-operatieve screening proces (LUMC, UMC, Isala)
- Optimalisatie instrumenten sterilisatie logistiek (MST, AMC)

→ Onderzoek geïntegreerd in software: DEMO



CHOIR

Center for Healthcare Operations Improvement & Research

Onze website:

<http://www.choir.utwente.nl>