



# De grootte van verpleegeenheden Een kwantitatieve studie

Master wiskunde, richting operationele research (VU)

Lillian van Zanten



# Operationele research

Het doel van Operationele Research is het toepassen van wiskundige technieken en modellen om processen binnen organisaties te verbeteren of te optimaliseren. De meeste toepassingsgebieden zijn te vinden in het bedrijfsleven.



# Inhoud

- Introductie
- De opdracht
- Stappenplan van het onderzoek
- Data analyse
- Het model
- Resultaten
- Conclusies
- Aanbevelingen
- Vragen en discussie



# De opdracht

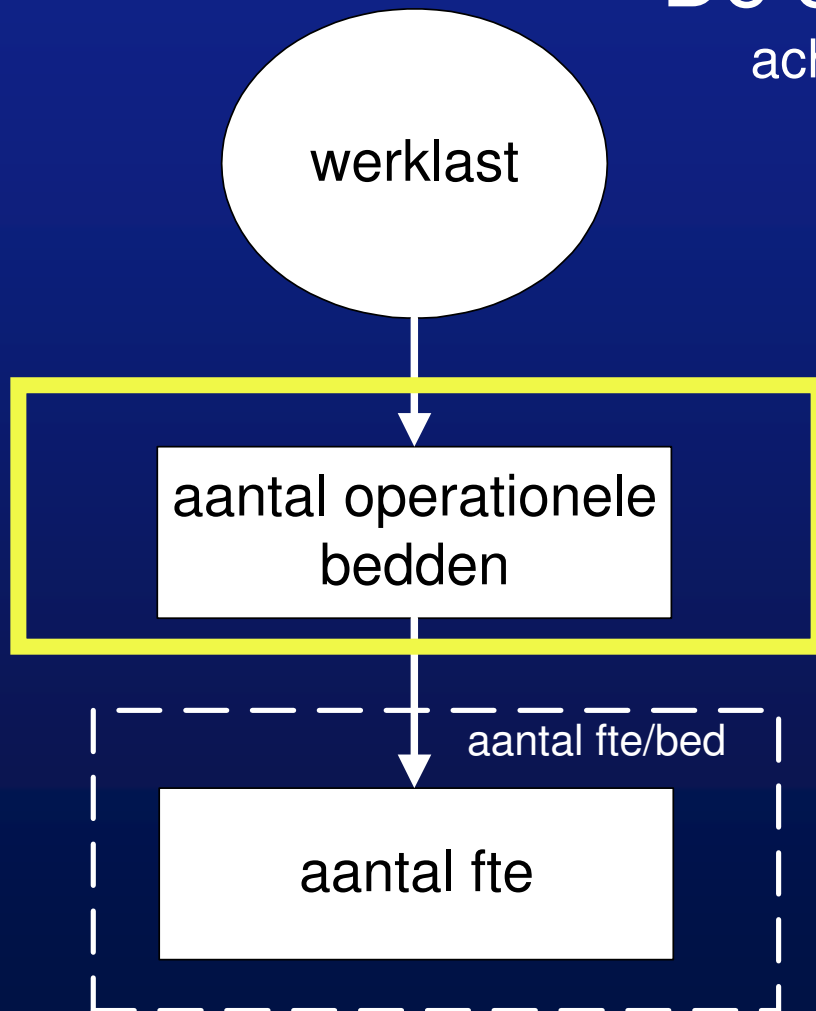
## achtergrond

- Gedwongen overplaatsingen
- Beddenhuis raakt “vol”
- Grote variatie bedbezetting / scheefgroei
- Gebrek aan kwantitatieve onderbouwing

→ werkgroep capaciteitsmanagement



## De opdracht achtergrond

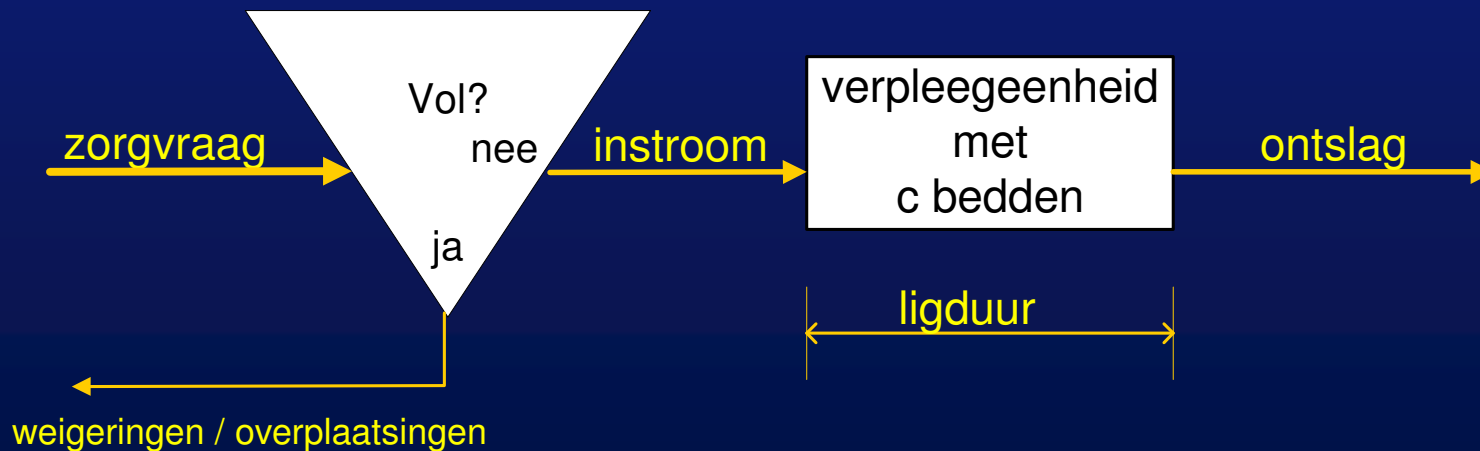


- fte staat voor fulltime-equivalent. Het is een rekeneenheid waarmee de omvang van een functie of de personeelssterkte kan worden uitgedrukt. Eén fte is een volledige werkweek. Een functie van 0,6 fte bijvoorbeeld is — uitgaande van een werkweek van 40 uur — een functie van  $0,6 \times 40 = 24$  uur



# De opdracht

- Doel: Het ontwikkelen van een **valide rekenmodel** waarmee de **benodigde beddencapaciteit** bepaald kan worden op basis van **kwantitatieve gegevens** over de patiëntenstroom door een verpleegeenheid





# Stappenplan van het onderzoek

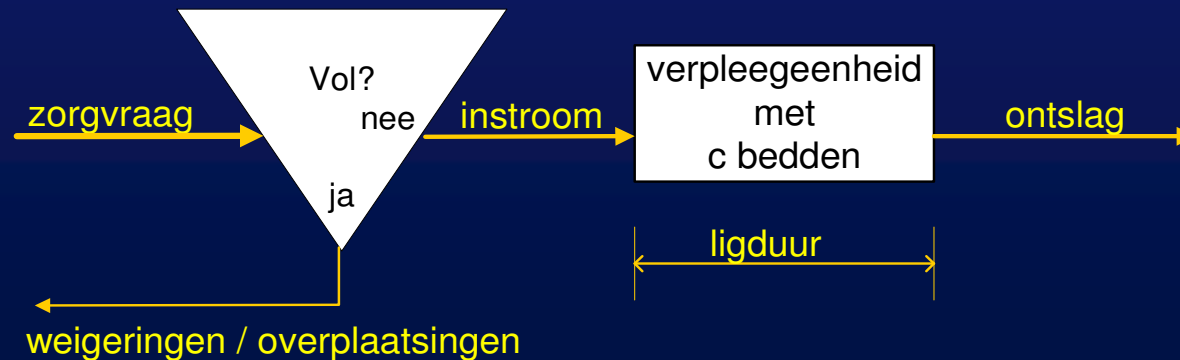
1. Analyse huidige situatie
2. Data analyse
3. Model bouwen en valideren
4. Scenario's uitwerken
5. Conclusies
6. Aanbevelingen



# Data analyse

- **Instroom per verpleegeenheid (VE)**
- **Ligduren per VE**
- **Bedbezetting per VE**

Niet meegenomen: poliklinische afdelingen, VEKV, SCAR, SEH, EHH





## Data analyse

### Instroom per jaar

	2004	2005	2006
<b>acuut</b>	13578	15352	14996
<b>electief</b>	17969	17101	18001
<b>totaal</b>	31547	32453	32997
<b>% acuut</b>	43%	47%	45%

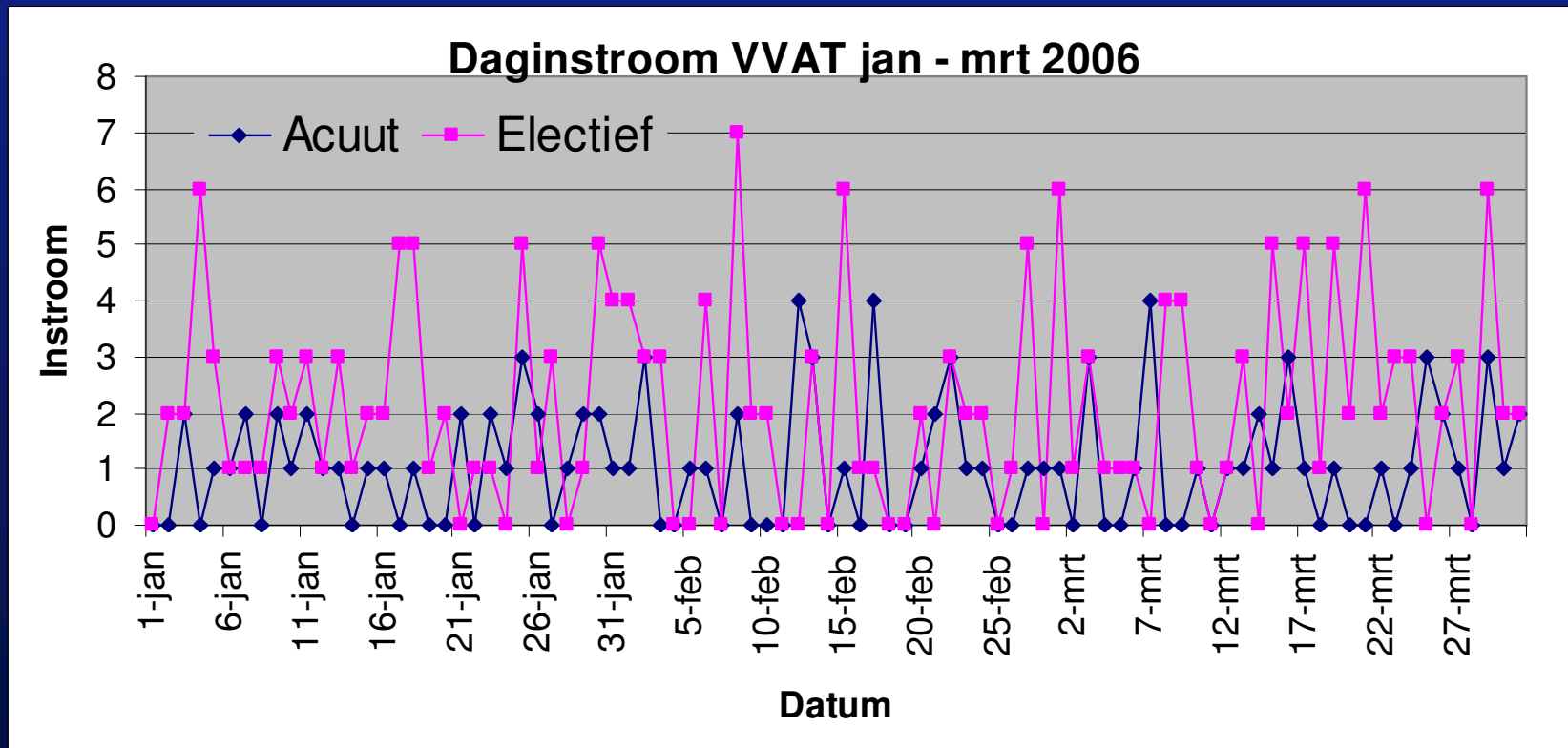
#### Gegevens 2006

- Hoogste instroom bij VOBS 4064
- Laagste instroom bij IKIN 400
- Hoogste % acuut VOBS 84%
- Laagste % acuut VHEM 7%



# Data analyse

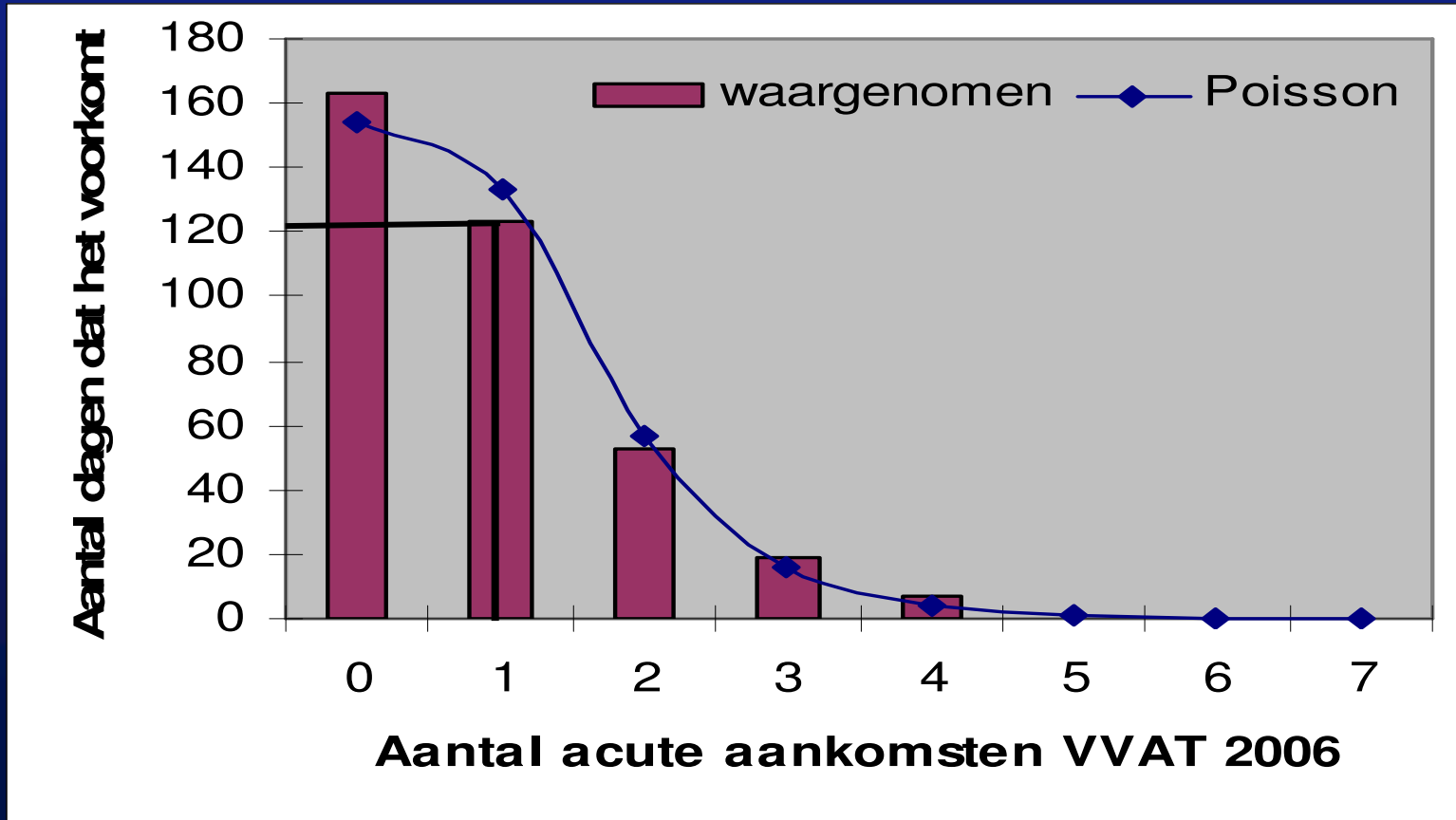
## Instroom per dag





# Data analyse

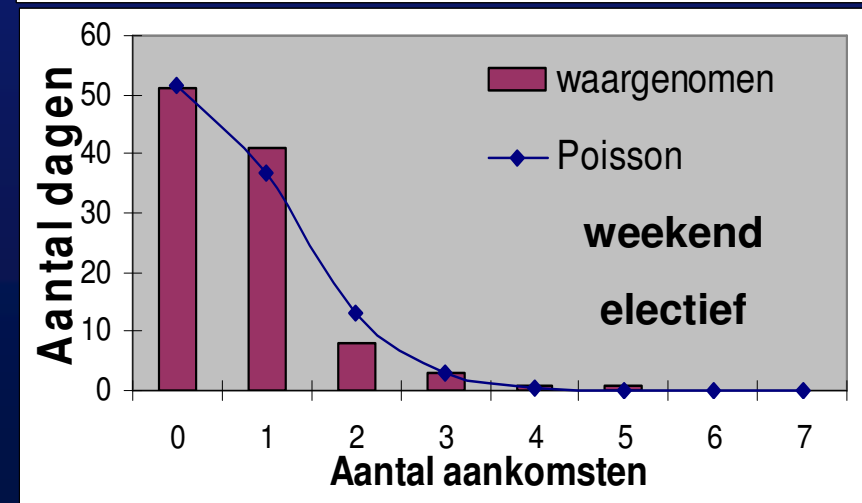
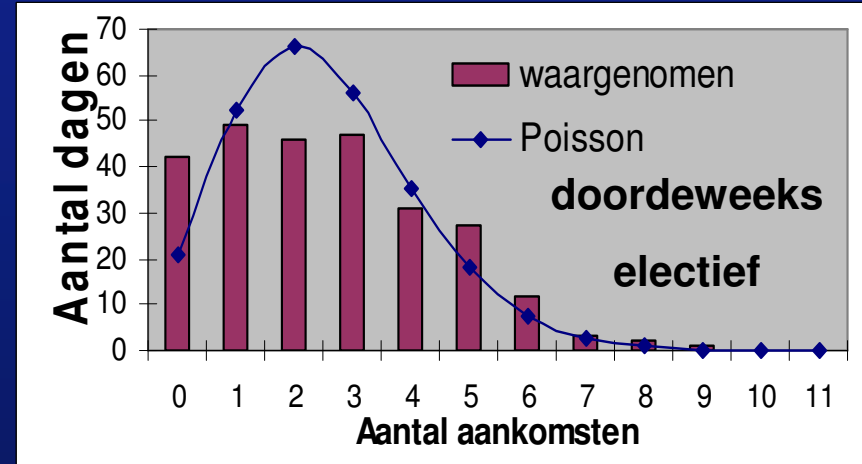
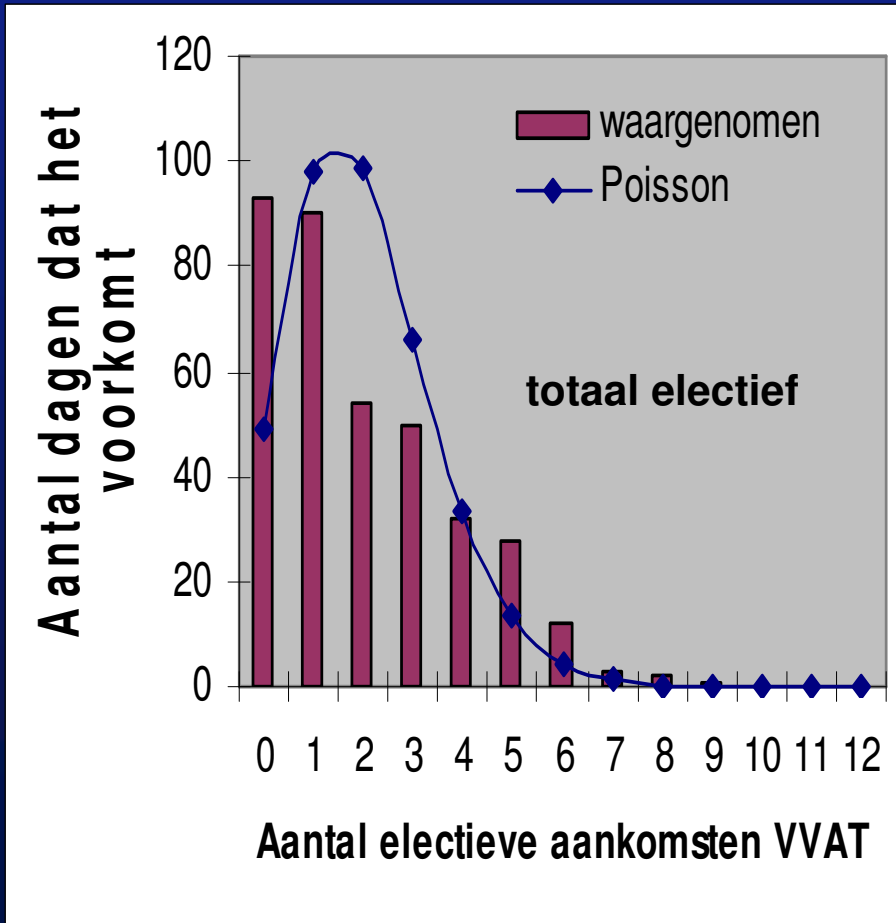
## aankomsten: verdeling acute patiënten





# Data analyse

## aankomsten: verdeling electieve patiënten

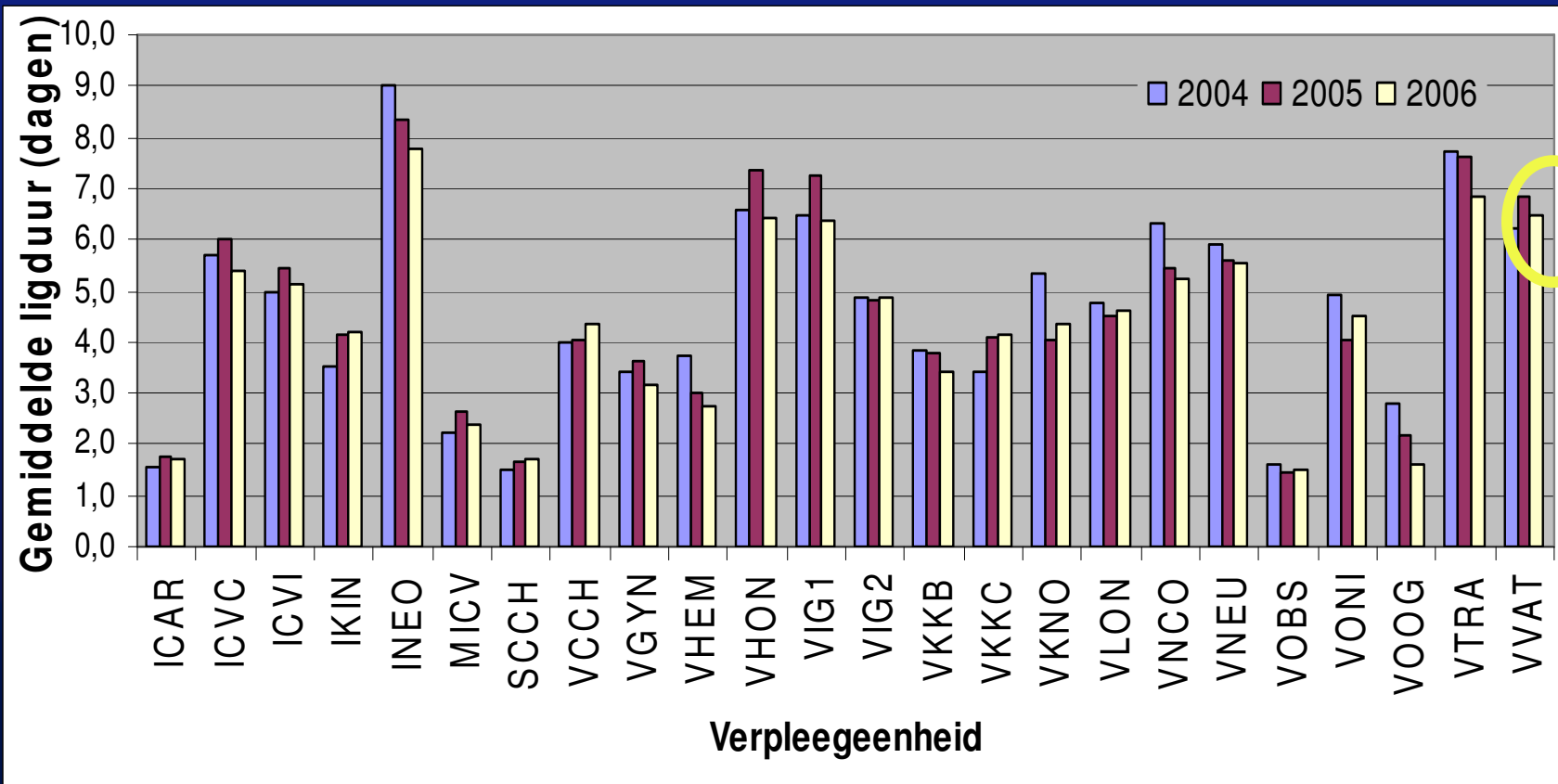




# Data analyse

ligduur: gemiddelde ligduren

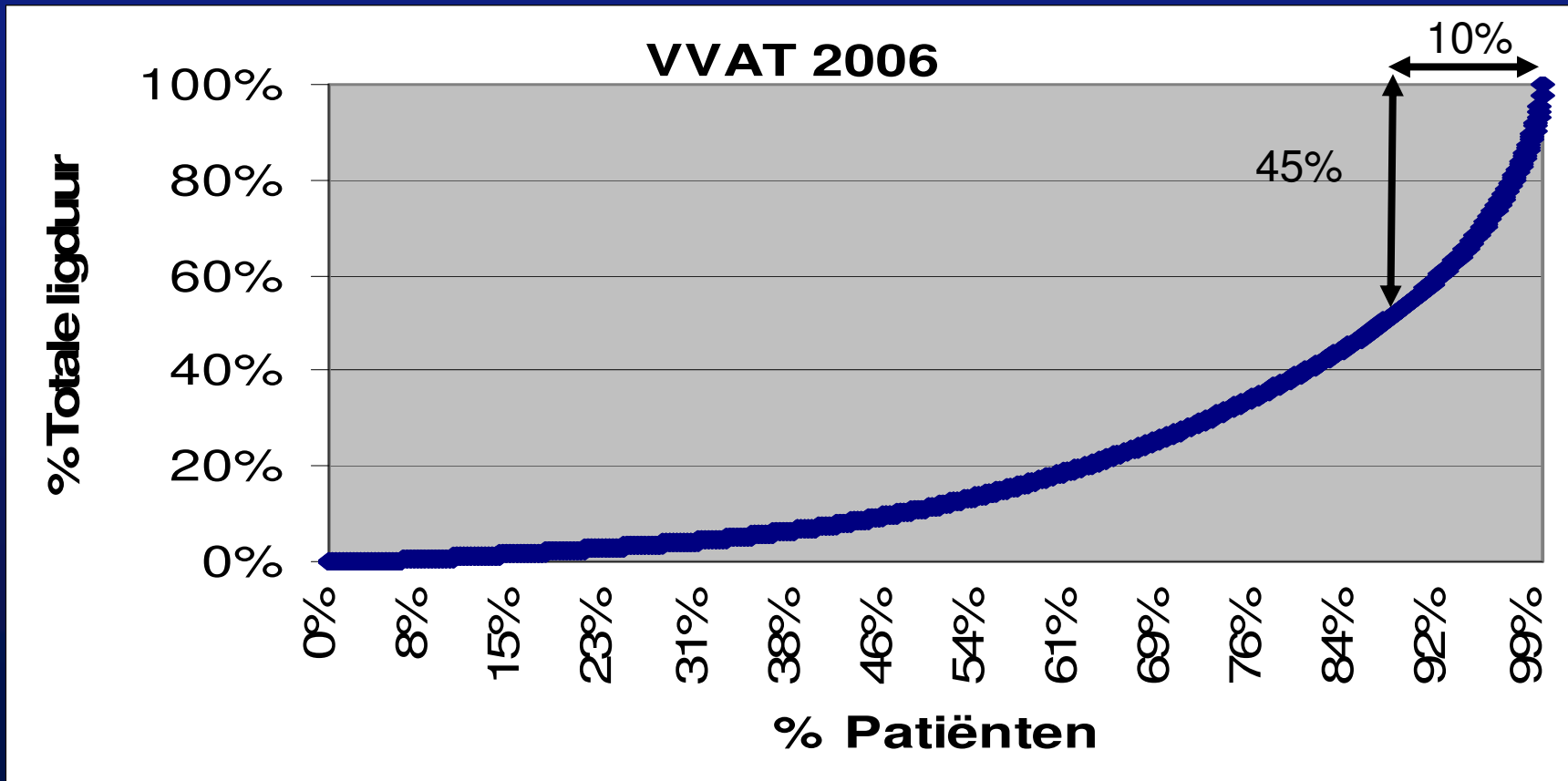
**VVAT 2006**  
**6,49 dagen**





# Data analyse

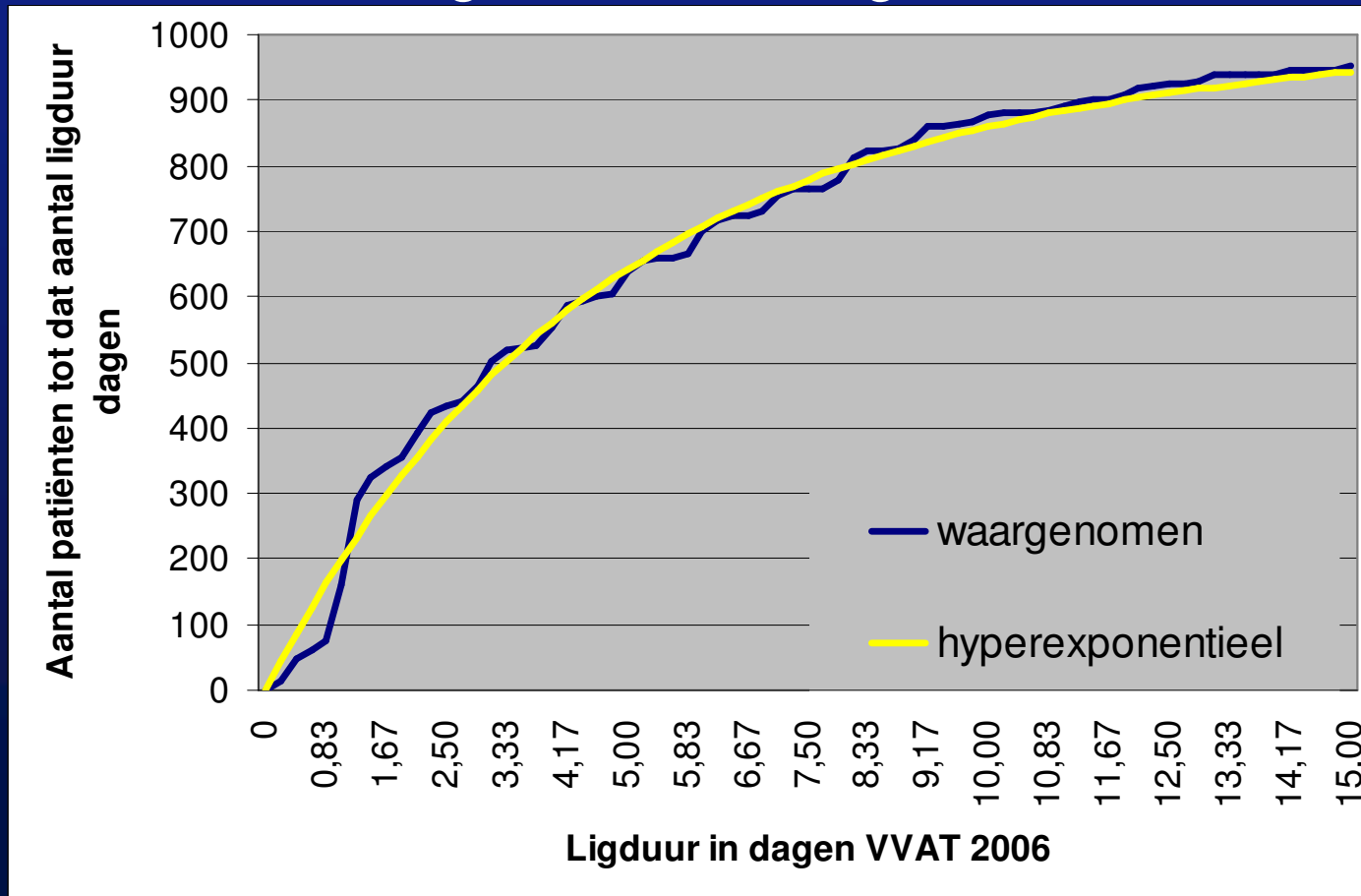
## ligduur: Lorenz curven





# Data analyse

## ligduur: verdelingen





# Data analyse

## Bedbezetting: twee definities

- Bedbezettingsgraad ziekenhuis

$$\frac{\text{Aantal verpleegdagen per jaar}}{\text{Aantal operationele bedden} \times 365 \text{ dagen}} \times 100\%$$

- Bedbezettingsgraad bedrijfsmatig

$$\frac{\text{Gemiddeld aantal patiënten op VE per dag}}{\text{Aantal operationele bedden}} \times 100\%$$

### VVAT 2006

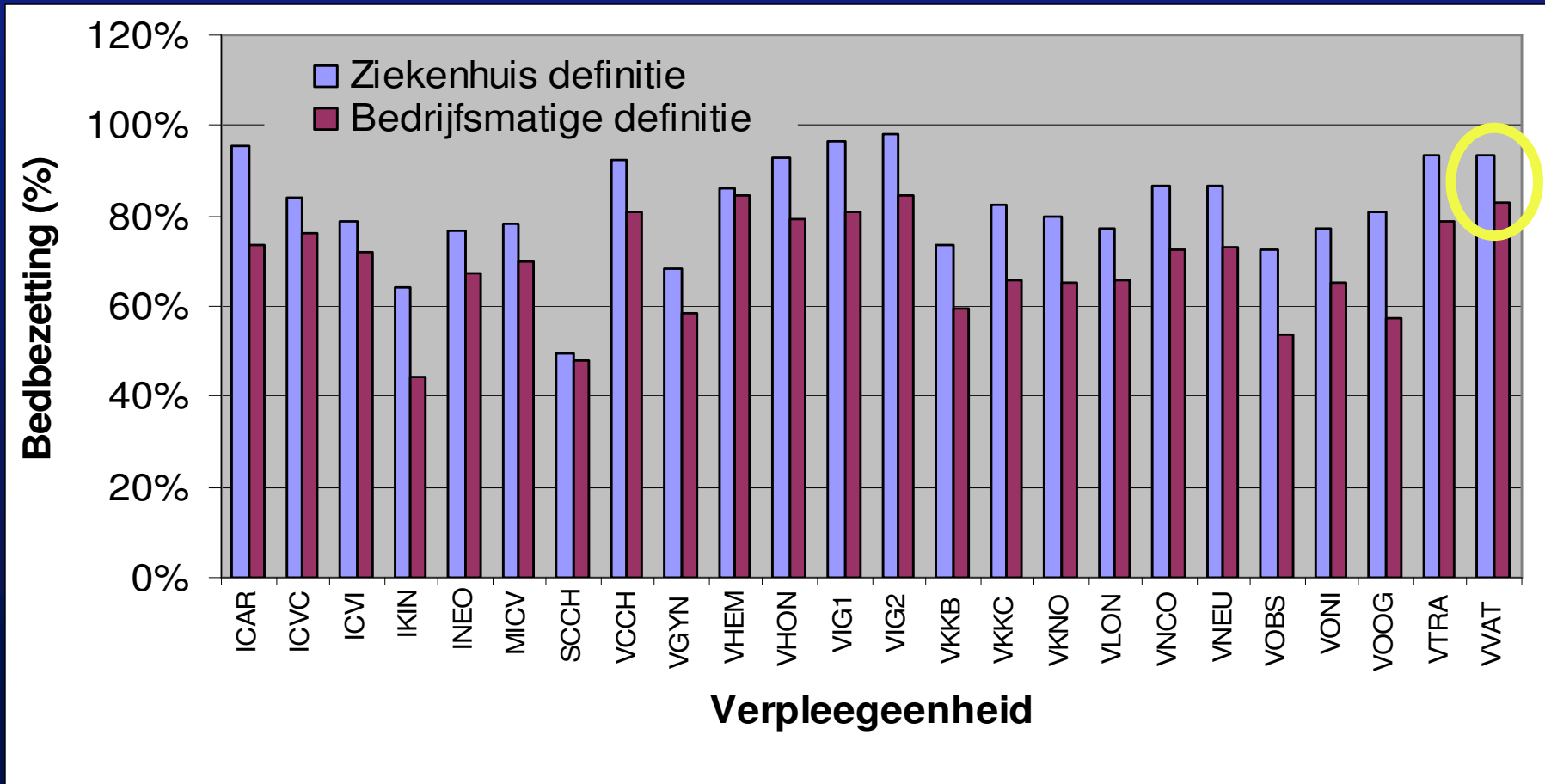
Ziekenhuis def: 93,6%

Bedrijfsmatige def: 82,8%



# Data analyse

## bedbezetting: twee definities





2006	oper. bd	bez. bd	bedrijfs bedbez.	ligduur in dagen		oper. bd	bez. bd	bedbez.	ligduur
IKIN	9	5,3	44%	4,18	ICVI	14	10,5	72%	5,15
SCCH	6	2,9	48%	1,72	VNCO	30	22,3	72%	5,26
VOBS	31	17,7	54%	1,50	VNEU	24	18,1	73%	5,53
VOOG	14	7,9	57%	1,58	ICAR	6	4,5	73%	1,69
VGYN	37	21,8	59%	3,17	ICVC	14	11,0	76%	5,40
VKKB	26	15,5	59%	3,44	VTRA	33	27,0	79%	6,83
VONI	27	17,1	65%	4,53	VHON	27	22,1	79%	6,45
VKNO	25	16,8	65%	4,36	VCCH	28	22,6	81%	4,35
VKKC	25	17,5	66%	4,13	VIG1	20	17,1	81%	6,35
VLON	23	15,0	66%	4,63	VVAT	23	18,7	83%	6,49
INEO	15	11,0	67%	7,78	VHEM	21	16,4	84%	2,76
MICV	9	6,7	70%	2,37	VIG2	20	17,5	85%	4,85

VU medisch centrum



# Data analyse resultaten

- Acute instroom als % van totale instroom in 2006 van 6,8% (VHEM) tot 83,8% (VOBS)
- Instroom doordeweeks electief en instroom acuut is Poisson proces
- Instroom electief fluctueert over de dagen, net zo sterk als acute instroom
- Gemiddelde ligduur loopt in 2006 van 1,5 dagen (VOBS) tot 7,8 dagen (INEO)
- Gebruikte capaciteit door 10% langste liggers loopt van 25% (SCCH) tot 80% (VHEM)
- Hyperexponentiële verdeling goede benadering ligduren
- Impact gekozen definitie voor bedbezetting is groot
- Ziekenhuis definitie > bedrijfsmatige definitie



## Voorbeeld: Formule van Little

Verpleegeenheid vaatchirurgie o.b.v. 2006

- Gemiddelde instroom: 2,87 per dag
- Gemiddelde ligduur: 6,49 dagen x

### Formule van Little

- Gemiddeld aantal patiënten op VE: 18,63

**??? Aantal benodigde bedden VVAT: 19 ???**



# Het model

- Erlang verlies model, naar wiskundige A. K. Erlang (1878 - 1929)
- Vereenvoudiging van de werkelijkheid
- Wordt al gebruikt bij call centers

## **Call center**

Telefonisten

Klanten

Weigering alle lijnen bezet

Erlang model gevalideerd

↔

↔

↔

↔

↔

## **Ziekenhuis**

Bedden

Patiënten

Weigering alle bedden bezet

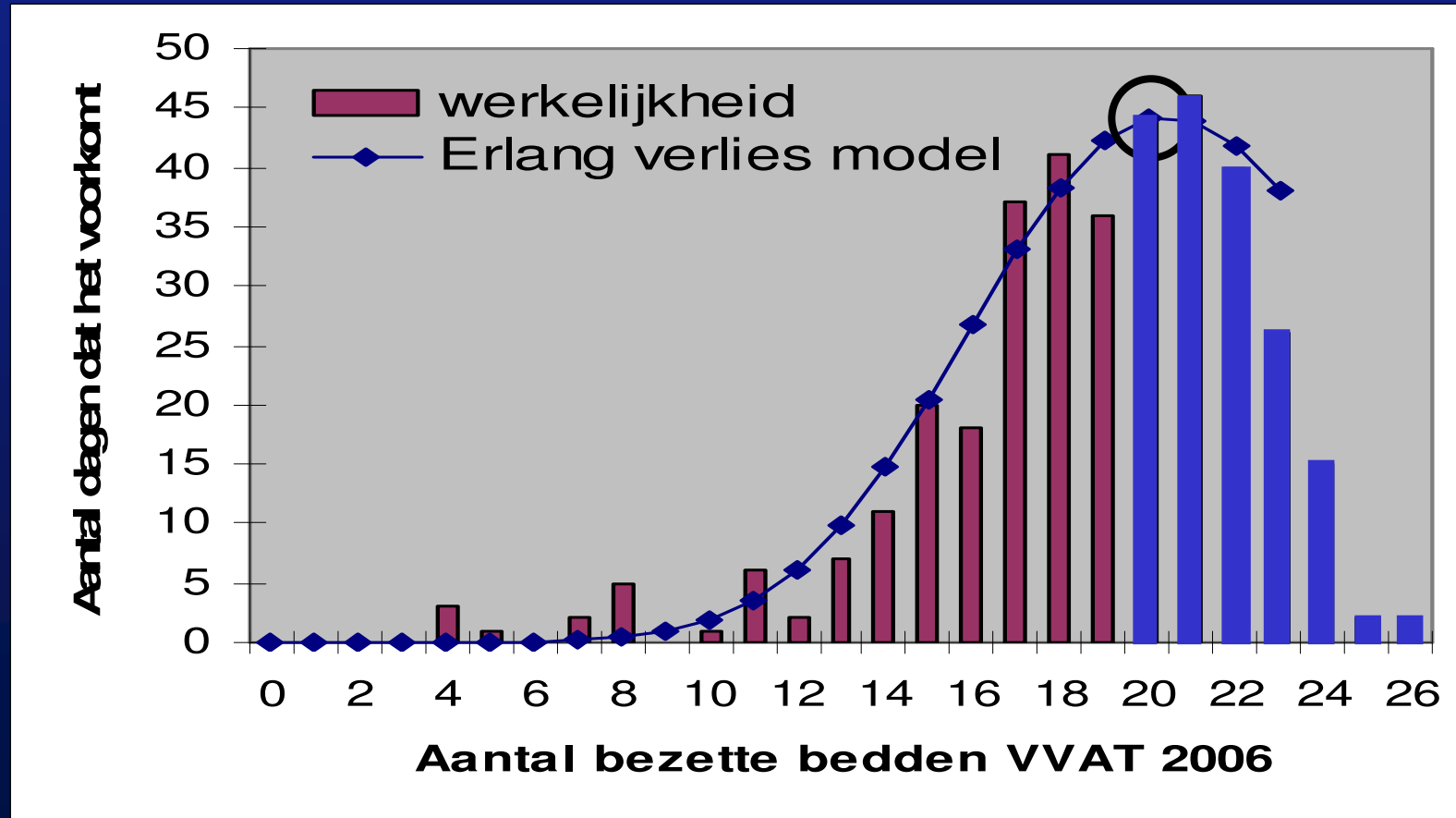
Erlang model niet gevalideerd

- Dit model legt een relatie tussen de bezettingsgraad, het aantal bedden en de kans op het weigeren van een patiënt



# Het model

## Validatie Erlang verlies model





# Het model

## Gebruikerstool in Excel

### Rekenmodel voor klinische afdelingen

invoer
uitvoer
huidige waarden

**Met deze tool kan...**

1. Het aantal benodigde bedden bepaald worden voor een bepaalde weigeringskans
2. De bedrijfsmatige bedbezetting en de bedbezetting volgens ziekenhuizen berekend worden  
 De bedrijfsmatige bedbezetting is o.b.v. de werkelijke tijd dat patiënten aanwezig zijn in het ziekenhuis  
 De bedbezetting die men binnen het ziekenhuis hanteert is o.b.v. verpleegdagen
3. De zorgvraag en het weigeringspercentage geschat worden
4. Het effect van afdelingen samenvoegen worden onderzocht

**STAP 1: Gegevens invoeren**

**Hoeveel afdelingen wilt u bekijken/samenvoegen?**

*Voer het aantal in en klik op Bevestig aantal afdelingen*

Bevestig aantal afdelingen

*Klik vervolgens op Afdeling en kies voor een afdeling om de waarden van 2006 te importeren of kies voor zelf invullen en vul zelf waarden in de kolom in*

		Afdeling
Aantal verpleegdagen	0	Ve lon
Tijd patiënten aanwezig (aanwezige uren)	0	Ve nch/ort
Aantal operationele bedden	0,0	Ve obs
Aantal opnamen	0	Ve oni
Aantal overplaatsingen	0	Ve oog
Aantal dagbehandelingen	0	Ve vat/nuc
Aantal pre-operatieve opnamen	0	Ve vneu
Aantal standaard bedden	0,0	Zelf invullen

*Klik vervolgens op Bevestig invoer*

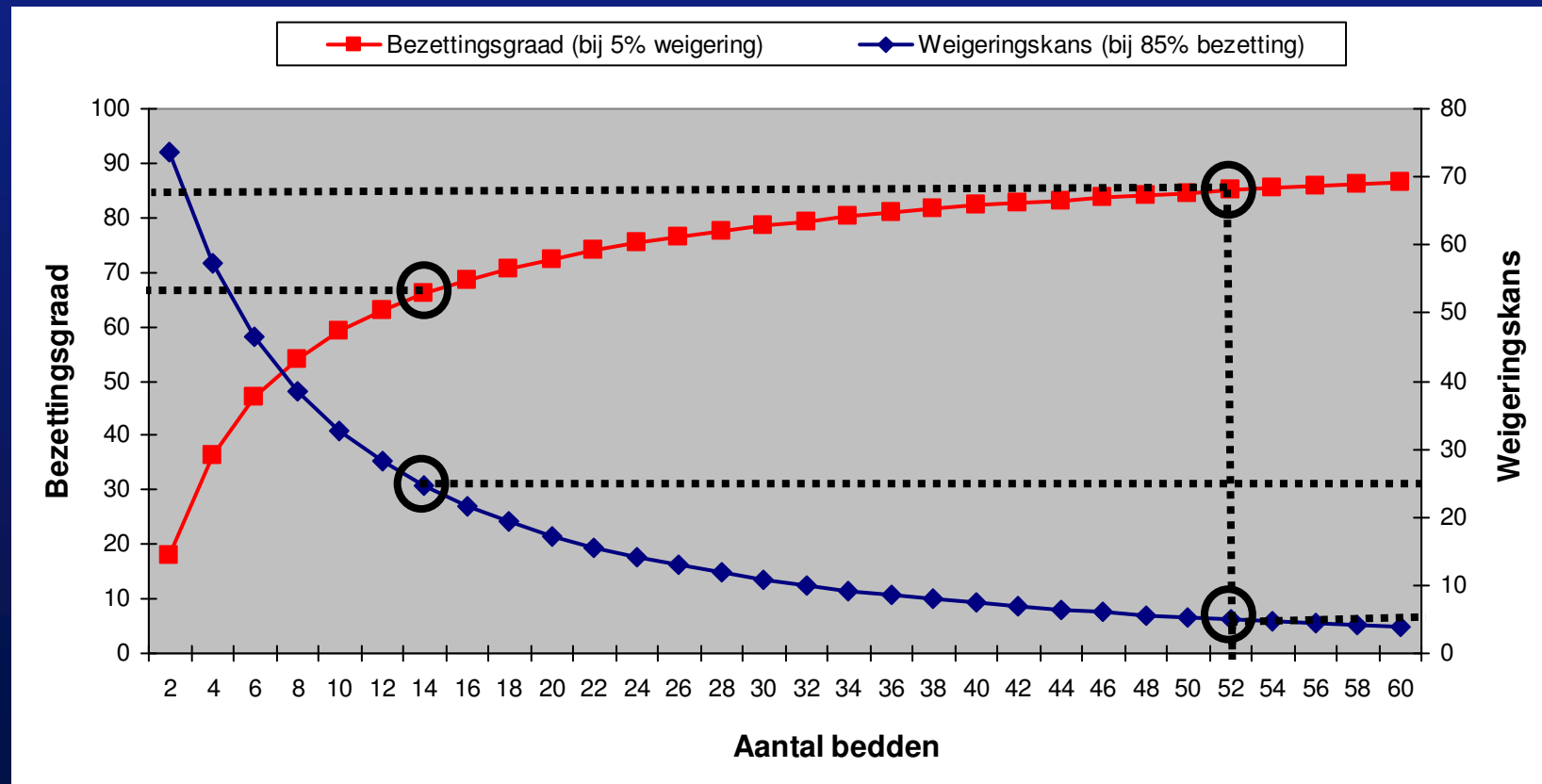
Bevestig invoer

**Totale instroom (opp. + overnl. + dbh's + pre-oper. opp.)**

Programma / Gegevens2005 / Gegevens2006



# Het model





# Resultaten

Vier scenario's:

1. Scenario I: Huidige situatie
2. Scenario II: Binnen divisie I t/m IV samenvoegen
3. Scenario III: Divisie II en IV deels samenvoegen
4. Scenario IV: ICAR, MICV en SCCH samenvoegen



# Resultaten

## Scenario I: Huidige situatie doorrekenen

- Bij maximaal 5% weigering bij alle 24 VE's ruim 20 bedden meer nodig
  - Huidig totaal 507, nieuw totaal 530



# Resultaten

## Scenario II: Binnen divisie I samenvoegen

Divisie I	<u>Huidige situatie</u>		
	Aantal operat. bedden	Weigeringspercentage	Bedrijfsmatige bedbezetting
VHEM	21,0	23,4%	88,6%
VIG1	20,0	20,9%	87,0%
VIG2	20,0	30,8%	91,0%
VLON	23,0	2,0%	67,2%
VONI	26,6	1,3%	66,7%
<b>Totaal</b>	<b>110,6</b>	<b>18,2%</b>	<b>79,0%</b>
<u>VHEM, VIG1, VIG2, VLON en VONI samengevoegd</u>			
	<b>91,2</b>	<b>18,2%</b>	<b>95,8%</b>



# Resultaten

Scenario II: Binnen divisie II samenvoegen

Divisie II	<u>Huidige situatie</u>		
	Aantal operat. bedden	Weigeringspercentage	Bedrijfsmatige bedbezetting
VKNO	25,0	1,9%	68,3%
VNCO	30,3	4,1%	77,0%
VNEU	24,0	5,7%	76,4%
VOOG	14,0	2,4%	58,8%
<b>Totaal</b>	<b>93,3</b>	<b>3,4%</b>	<b>71,8%</b>
<u>VKNO, VNCO, VNEU en VOOG samengevoegd</u>			
	<b>77,4</b>	<b>3,4%</b>	<b>86,5%</b>



## Resultaten

Scenario II: Binnen divisie III samenvoegen

### huidige situatie

Divisie III	Aantal operat. bedden	Weigeringspercentage	Bedrijfsmatige bedbezetting
VGYN	37,0	0,13%	60,6%
VOBS	31,0	0,09%	55,9%
<b>Subtotaal (VGYN en VOBS)</b>	<b>68,0</b>	<b>0,11%</b>	<b>58,5%</b>
VKKB	26,0	0,7%	62,2%
VKKC	25,0	2,9%	71,5%
<b>Subtotaal (VKKB en VKKC)</b>	<b>51,0</b>	<b>1,7%</b>	<b>66,7%</b>
IKIN	9,0	6,0%	58,8%
INEO	15,0	10,2%	75,2%
<b>Totaal divisie III</b>	<b>143,0</b>		
		<b><u>VGYN en VOBS samengevoegd</u></b>	
<b>Subtotaal (VGYN en VOBS)</b>	<b>58,6</b>	<b>0,11%</b>	<b>67,8%</b>
		<b><u>VKKB en VKKC samengevoegd</u></b>	
<b>Subtotaal (VKKB en VKKC)</b>	<b>44,5</b>	<b>1,7%</b>	<b>76,5%</b>
<b>Totaal divisie III</b>	<b>127,1</b>		<b>29</b>



# Resultaten

## Scenario II: Binnen divisie IV samenvoegen

Divisie IV	<u>huidige situatie</u>		
	Aantal operat. bedden	Weigeringspercentage	Bedrijfsmatige bedbezetting
Subtotaal (IC)	34,0	20,6%	76,7%
Subtotaal (MICV en SCCH)	15,0	11,6%	62,2%
Subtotaal (NC's)	110,5	11,2%	84,2%
Totaal divisie IV	159,5		
		<u>IC's samengevoegd</u>	
Subtotaal (IC)	28,9	20,6%	90,2%
		<u>MICV en SCCH samengevoegd</u>	
Subtotaal (MICV en SCCH)	12,7	11,6%	73,7%
		<u>NC's samengevoegd</u>	
Subtotaal (NC)	98,9	11,2%	94,1%
Totaal divisie IV	140,5		30



# Resultaten

## Vier scenario's:

1. Scenario I: Huidige situatie
2. Scenario II: Binnen divisie I t/m IV samenvoegen
3. **Scenario III: Divisie II en IV deels samenvoegen**
4. Scenario IV: ICAR, MICV en SCCH samenvoegen



# Resultaten

## Scenario III: Divisie II en IV deels samenvoegen

### Huidige situatie

	Aantal operat. bedden	Weigerings- percentage	Bedrijfsmatige bedbezetting
VKNO	25,0	1,9%	68,3%
VNCO	30,3	4,1%	77,0%
VOOG	14,0	2,4%	58,8%
VHON	27,0	11,3%	84,3%
VTRA	33,0	8,1%	83,6%
VVAT	22,5	15,6%	85,2%
<b>Totaal</b>	<b>151,8</b>	<b>6,8%</b>	<b>77,9%</b>
<u>VKNO, VNCO, VOOG, VHON, VTRA en VVAT samengevoegd</u>			
<b>Totaal</b>	<b>126,7</b>	<b>6,8%</b>	<b>93,2%</b>



# Resultaten

## Scenario IV: ICAR, MICV en SCCH samenvoegen

	<u>Huidige situatie</u>		
	Aantal operat. bedden	Weigerings- percentage	Bedrijfsmatige bedbezetting
ICAR	6,0	29,3%	75,5%
MICV	9,0	15,0%	71,3%
SCCH	6,0	5,7%	48,5%
<b>Totaal</b>	<b>21,0</b>	<b>19,3%</b>	<b>66,0%</b>
	<u>ICAR, MICV en SCCH samengevoegd</u>		
<b>Totaal</b>	<b>16,5</b>	<b>19,3%</b>	<b>83,9%</b>



# Conclusies

- Grote variatie in bedbezetting tussen de afdelingen
- Gemiddeld aantal bezette bedden is een onderschatting van het benodigde aantal bedden
- Het Erlang verlies model beschrijft redelijk tot goed de werkelijkheid
- Nooit weigeren is theoretisch niet mogelijk
- Ideaal bedbezettingspercentage is afhankelijk van afdelingsgrootte
- Het samenvoegen van VE's leidt tot efficiency winst
- Wiskundige modellen zijn toepasbaar bij zorglogistieke vraagstukken



# Aanbevelingen

- VE's samenvoegen
  - Hoef niet per se fysiek
- Management informatie
  - Bedrijfsmatige bedbezetting toevoegen
- Meer onderzoek week/dagpatronen
  - Dag van aankomst sterk bepalend voor ligduur
  - Aantal aankomsten afhankelijk van week/weekend
    - bedbezetting en weigeringskans variëren over de weekdays



# Vragen en Discussie



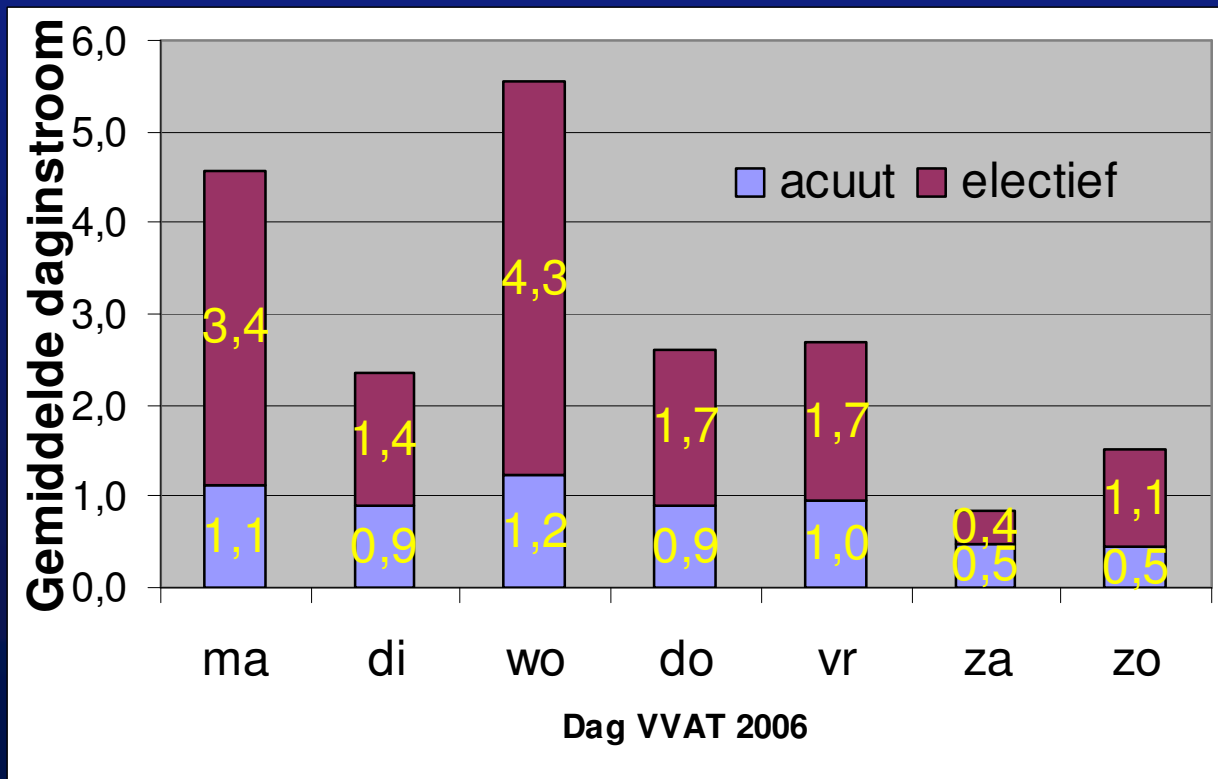


# Data analyse

## Instroom per dag

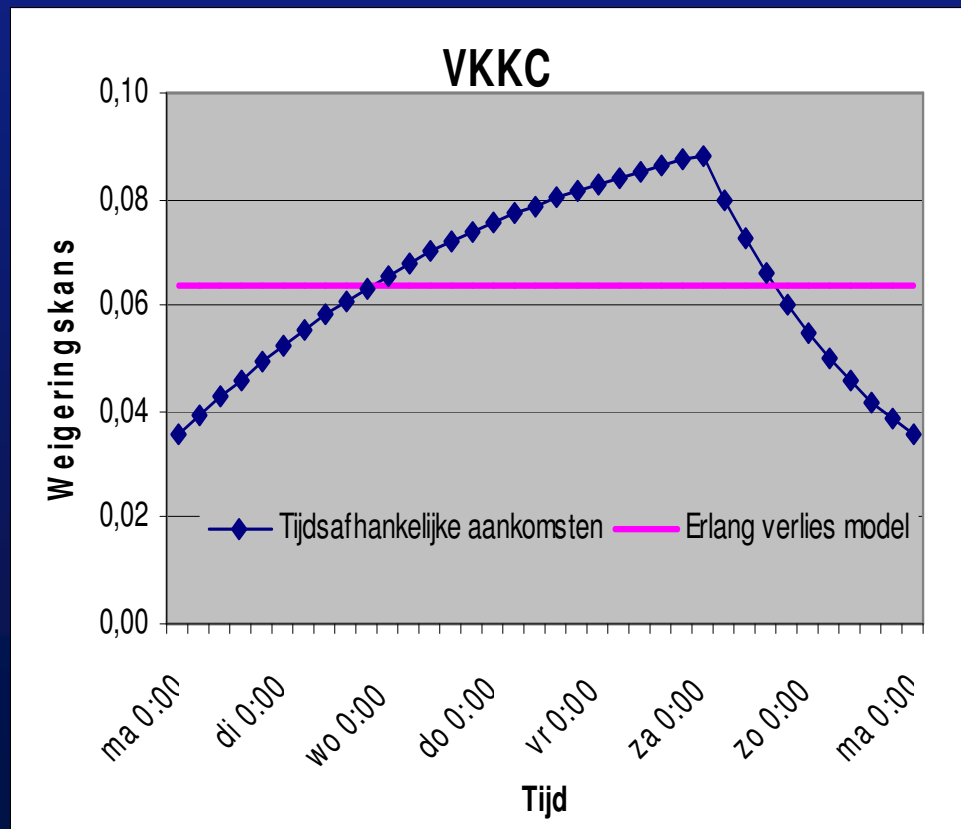
Gemiddelde daginstroom  
VVAT 2006

2,87





# Weigeringskans



## Weigeringskans

Tijdsafhankelijk:

Doordeweeks: 0,069

Weekend: 0,054

Totaal per dag: 0,066

Erlang Verlies: 0,064



2005	Gemiddelde ligduur in dagen bij iedere aankomstdag							Gem. Ligduur
	ma	di	wo	do	vr	za	zo	
<b>ICAR</b>	1,6	1,4	1,7	1,6	1,7	2,6	2,5	1,7
<b>ICVC</b>	3,1	5,5	5,2	6,8	6,2	9,6	10,2	6,0
<b>ICVI</b>	4,3	4,9	6,0	6,6	3,5	7,8	7,1	5,4
<b>IKIN</b>	4,9	3,4	3,5	5,4	3,3	5,8	3,6	4,2
<b>INEO</b>	7,1	9,5	9,0	7,5	5,2	8,9	12,2	8,3
<b>MICV</b>	3,3	2,0	3,0	1,8	2,7	3,3	3,1	2,6
<b>SCCH</b>	1,9	1,5	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7
<b>VCCH</b>	3,7	3,9	3,9	3,9	4,6	5,2	3,2	4,1
<b>VGYN</b>	2,9	4,3	3,7	4,3	3,1	3,0	3,8	3,6
<b>VHEM</b>	4,4	2,8	2,4	3,0	2,3	1,9	4,9	3,0
<b>VHON</b>	7,8	6,7	8,6	8,1	6,8	7,0	6,7	7,4
<b>VIG1</b>	8,0	8,6	6,3	7,7	7,3	6,4	5,7	7,3



2005	Gemiddelde ligduur in dagen bij iedere aankomstdag							Gem. Ligduur
	ma	di	wo	do	vr	za	zo	
<b>VIG2</b>	3,6	3,9	6,9	3,2	8,3	6,8	5,4	4,8
<b>VKKB</b>	3,3	3,8	3,8	4,3	3,7	3,7	3,8	3,8
<b>VKKC</b>	3,1	3,9	4,0	5,7	3,6	4,7	4,8	4,1
<b>VKNO</b>	5,0	4,1	2,9	4,4	3,4	4,0	3,9	4,1
<b>VLON</b>	4,1	3,5	4,7	4,7	5,6	6,0	5,3	4,5
<b>VNCO</b>	5,2	5,8	5,7	6,0	5,0	5,6	4,4	5,4
<b>VNEU</b>	7,0	5,7	6,1	5,2	5,5	3,8	5,0	5,6
<b>VOBS</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,7	1,1	1,3	1,4
<b>VONI</b>	3,3	4,0	3,8	4,0	4,3	5,4	7,2	4,1
<b>VOOG</b>	2,8	2,2	2,8	2,1	0,8	2,4	2,1	2,2
<b>VTRA</b>	8,2	7,8	7,9	6,5	6,9	9,8	8,2	7,6
<b>VVAT</b>	5,6	8,0	6,0	9,0	6,6	9,2	6,1	6,8
<b>Gem.</b>	<b>3,9</b>	<b>4,0</b>	<b>4,1</b>	<b>4,2</b>	<b>3,9</b>	<b>4,3</b>	<b>4,2</b>	<b>4,1</b>