

De effecten van alternatieve verdelingen en
individuele serviceniveaus bij standaardisatie
van componenten voor specifieke gevallen

Willem-Jan van der Zanden

ANR: 974102

Begeleiders:

Dr. R.M.J. Heuts

Dr. Ir. L.W.G. Strijbosch

1. Inleiding
2. Een geaggregeerd serviceniveau
3. Kostenanalyses m.b.t. hoofdstuk 2
4. Alternatieve vraagverdelingen
5. Een individueel serviceniveau
6. Kostenanalyses m.b.t. hoofdstuk 5
7. Nader onderzoek

1. Inleiding

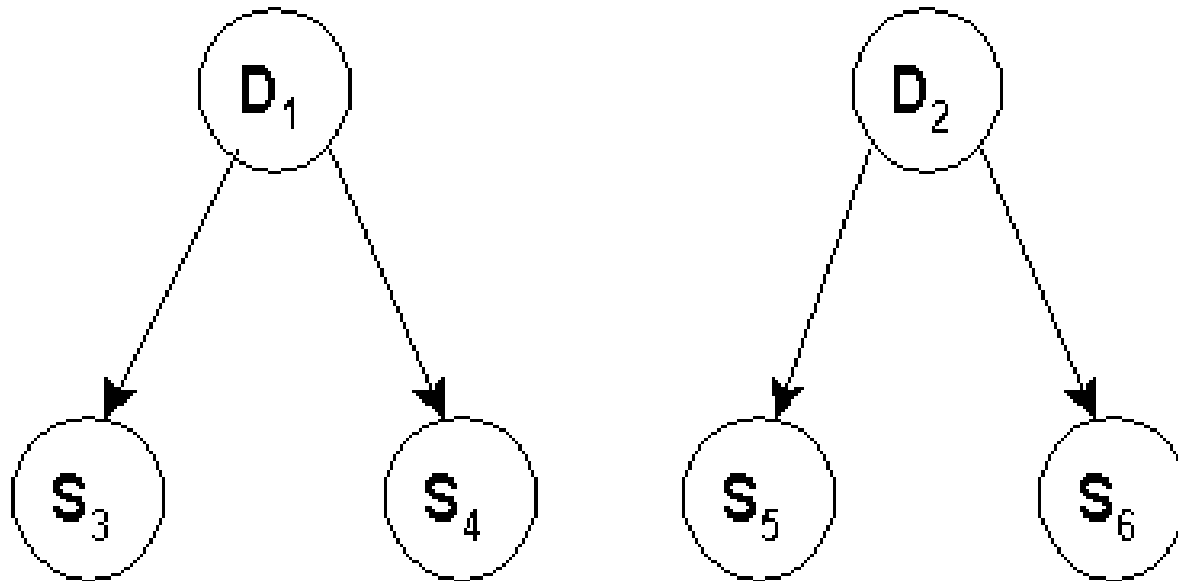
Wat is standaardisatie van componenten?

Kostenbesparingen bij:

1. Productontwikkeling
2. Productieproces
3. Distributie
4. Productgebruik
5. Recycling

2. Een geaggregeerd serviceniveau

Het Basis Model BO



2.1 Het Basis Model BO

Aannamen:

1. Vraag eindproducten uniform verdeeld per periode: $D_1 \sim U(0, b_1)$ en $D_2 \sim U(0, b_2)$
2. Geen restricties aan kosten componenten
3. Voldoen aan vooraf vastgesteld geaggregeerd serviceniveau β

Kosten minimaliseren waarbij aan β voldaan wordt

2.1 Het Basis Model BO

Vereenvoudigingen:

1. Van de componenten 3 en 4 (5 en 6) worden gelijke hoeveelheden op voorraad gehouden
2. Van component 3 (6) wordt maximaal b_1 (b_2) op voorraad gehouden
3. Gerealiseerde serviceniveau (ASL) is gelijk aan vooraf vastgestelde (β)

2.1 Het Basis Model BO

Op te lossen model:

$$\text{Min } T_{\text{BO}} = (c_3 + c_4)S_3 + (c_5 + c_6)S_6$$

o.v.d. $\beta = \text{ASL}$

$$S_3, S_6 \geq 0$$

c_i = kosten component i

S_i = voorraad van component i

b_j = bovengrens uniforme verdeling product j

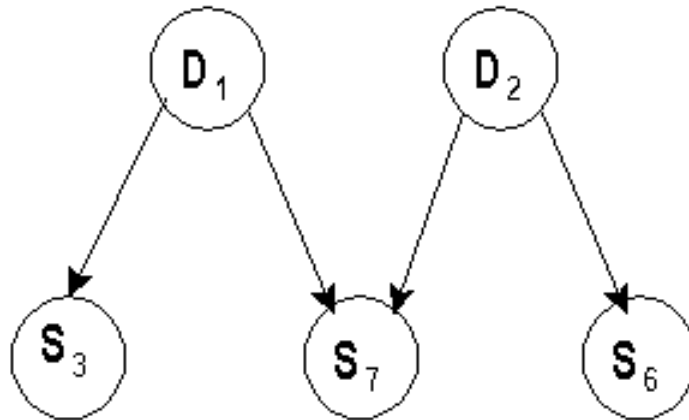
2.1 Het Basis Model BO

Afhankelijk van de waarden van S_i heeft het Basis Model BO een viertal verschillende Ranges (en oplossingen):

1. $S_3 < b_1$ en $S_6 < b_2 \Rightarrow \beta = S_3 S_6 / b_1 b_2$
2. $S_3 = b_1$ en $S_6 < b_2 \Rightarrow \beta = S_6 / b_2$
3. $S_3 < b_1$ en $S_6 = b_2 \Rightarrow \beta = S_3 / b_1$
4. $S_3 = b_1$ en $S_6 = b_2 \Rightarrow \beta = 1$

2.2 Het Commonality Model CO

Component 4 en 5 worden door component 7 vervangen



2.2 Het Commonality Model CO

Aannames:

1. Vraag eindproducten uniform verdeeld per periode
2. Component 7 is duurder dan de componenten 4 en 5 afzonderlijk
3. Voldoen aan vooraf vastgesteld geaggregeerd serviceniveau β

Kosten minimaliseren waarbij aan β voldaan wordt

2.3 Het Flexible Product Model FO

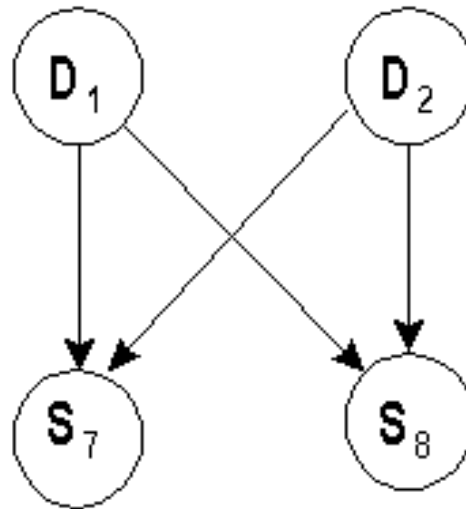
Dit is een mix van de twee voorgaande modellen. De eindproducten kunnen op drie manieren gemaakt worden:

1. Alles zoals bij Basis Model BO;
2. Alles zoals bij Commonality Model CO;
3. Een deel zoals bij het Basis Model BO en een ander deel zoals bij het Commonality Model CO

Aannames zoals bij het Commonality Model CO

2.4 Het Double Commonality Model DO

Component 3 en 6 worden door component 8 vervangen. Er zijn nu enkel gezamenlijke componenten.



2.4 Het Double Commonality Model DO

Aannames:

1. Vraag eindproducten uniform verdeeld per periode
2. Component 7 (8) is duurder dan de componenten 4 en 5 (3 en 6) afzonderlijk
3. Voldoen aan vooraf vastgesteld geaggregeerd serviceniveau β

2. Een geaggregeerd serviceniveau

$$b_1 = 500, b_2 = 800, c_3 = 3, c_4 = 4, c_5 = 3, c_6 = 2$$

$$c_7 = 5, \beta = 0.8$$

Basis Model		Commonality Model		Flexible Model	
$S_3 = S_4$	478	S_3	500	S_3 en S_4	492 en 295
$S_5 = S_6$	669	S_6	767	S_5 en S_6	492 en 689
		S_7	910	S_7	197
Kosten	6691	Kosten	7584	Kosten	6495

2. Een geaggregeerd serviceniveau

$$b_1 = 500, b_2 = 800, c_3 = 6, c_4 = 5, c_5 = 6, c_6 = 3$$

$$c_7 = 6, \beta = 0.8$$

Basis Model		Commonality Model		Flexible Model	
$S_3 = S_4$	500	S_3	500	S_3 en S_4	500 en 182
$S_5 = S_6$	640	S_6	751	S_5 en S_6	439 en 717
		S_7	918	S_7	278
Kosten	11260	Kosten	10761	Kosten	10363

3.1 Kostenvergelijking

$$T_{BO} < T_{CO} \text{ als } a^2 > (c_3 + c_4)(c_5 + c_6)$$

$$T_{BO} < T_{DO} \text{ als } c_7 + c_8 > \sqrt{2(c_3 + c_4)(c_5 + c_6)}$$

$$T_{CO} < T_{DO} \text{ als } c_7 + c_8 > \sqrt{2(c_3 + c_7)(c_6 + c_7) - c_7^2}$$

$$T_{FO} < T_{DO} \text{ als } c_7 + c_8 > d \sqrt{2}$$

Eigenschap 3.1.7:

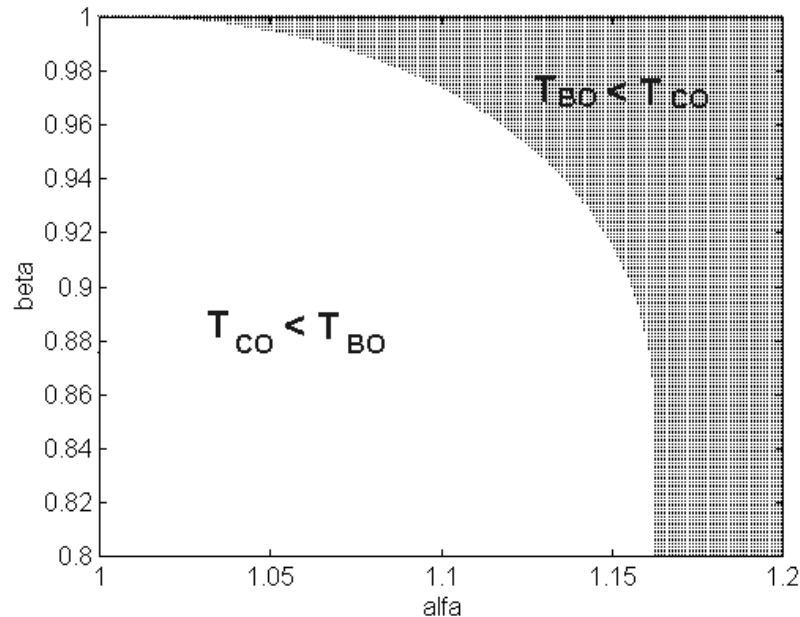
Kosten FO zijn lager dan of gelijk aan die van het BO en het CO model.

$$\text{Max. absolute besparingen} = T_{M2} - T_{M1}$$

$$\text{Max. relatieve besparingen} = (T_{M2} - T_{M1})/T_{M1}$$

3.2 Kostenvoorbeeld

$$c_3 = c_4 = c_5 = c_6 = c, \quad b_1 = b_2 = b, \quad c_7 = c_8 = \alpha c$$



$$T_{CO} > T_{BO} \text{ als } c_7 > 1.16c$$

4. Alternatieve verdelingen

1. De vier modellen uit hoofdstuk 2
2. Dezelfde vereenvoudigingen en aannames (op één na gelden)
3. Als verdelingen worden de uniforme, exponentiele, normale en Erlang verdeling genomen
4. Verwachting van alle verdelingen is gelijk
5. Op de exponentiële verdeling na zijn de varianties gelijk

4. Alternatieve verdelingen

Basis Model BO:

1. $ASL = P(D_1 \leq S_3) * P(D_2 \leq S_6)$

Commonality Model CO:

1. Bereken uitdrukking voor ASL.
2. Bereken voor een beperkt aantal waarden van S_3 , S_6 en S_7 ASL uit.
3. Bereken alle waarden in de buurt van de oplossing uit stap 2.

4. Alternatieve verdelingen

1. $ASL = P(D_1 \leq S_3, D_2 \leq S_6, D_1 + D_2 \leq S_7)$
2. Te onderzoeken gebied:
 $S_3 = [0, 1000]$, $S_6 = [0, 1000]$ en $S_7 = [0, 1000]$
Bereken ASL enkel voor hondertallen
3. Stel dat $[200, 300, 400]$ oplossing uit stap 2 is. Bereken nu ASL voor alle mogelijke combinaties van gehele getallen in het gebied: $S_3 = [190, 210]$, $S_6 = [290, 310]$ en $S_7 = [390, 410]$

4. Alternatieve verdelingen

Flexible Product Model FO:

1. $ASL = P(D_1 \leq S_3, D_2 \leq S_6, D_1 + D_2 \leq S_4 + S_5 + S_7)$
2. Bereken voor een beperkt aantal waarden van S_3, S_4, S_5, S_6 en S_7 ASL. De waarde van S_i ligt tussen de waarde van S_i bij het BO en het CO model in.

Double Commonality Model CO:

1. $ASL = P(D_1 + D_2 \leq S_7)$

4. Alternatieve verdelingen

Voorbeeld Commonality Model CO:

$$b_1 = b_2 = 500, c_3 = 3, c_6 = 2 \text{ en } c_7 = 5$$

Verdeling ($\beta = 0.8$)	S_3	S_6	S_7	β	Kosten
Uniform (Exact)	498	500	685	0.8	5919
Uniform (Simulatie)	498	500	685	0.8001	5919
Exponentieel (Simulatie)	596	659	791	0.8	7061
Erlang (Simulatie)	539	406	725	0.8	6054
Normaal (Simulatie)	425	437	861	0.8	6454

4. Alternatieve verdelingen

Voorbeeld Commonality Model CO:

$$b_1 = b_2 = 500, c_3 = 3, c_6 = 2 \text{ en } c_7 = 5$$

Verdeling ($\beta = 0.98$)	S_3	S_6	S_7	β	Kosten
Uniform (Exact)	500	500	900	0.98	7000
Uniform (Simulatie)	500	500	900	0.98	7000
Exponentieel (Simulatie)	1215	1293	1525	0.98	13856
Erlang (Simulatie)	777	687	1167	0.98	9540
Normaal (Simulatie)	582	590	1171	0.98	8781

5.1 Het Basis Model BOI

Aannamen:

1. Vraag eindproducten uniform verdeeld per periode
2. Geen restricties aan kosten
3. Voldoen aan vooraf vastgestelde individuele serviceniveaus β_i

Vereenvoudigingen zoals bij het Basis Model BO

5.1 Het Basis Model BOI

Op te lossen model:

$$\text{Min } T_{\text{BOI}} = (c_3 + c_4)S_3 + (c_5 + c_6)S_6$$

$$\text{o.v.d } \beta_1 = S_3/b_1$$

$$\beta_2 = S_6/b_2$$

$$S_3, S_6 \geq 0$$

Oplossing is triviaal.

5.2 Het Commonality Model COI

Naast de aannamen van het COI model geldt:

1. $S_3 \leq b_1$ en $S_6 \leq b_2$
2. $S_3 \geq \beta_1 b_1$ en $S_6 \geq \beta_2 b_2$
3. $S_7 \geq \beta_1 b_1$ en $S_7 \geq \beta_2 b_2$
4. $S_7 \leq \beta_1 b_1 + \beta_2 b_2$
5. $SL_1 = P(D_1 \leq S_3) - (1-q)p$
6. $SL_2 = P(D_2 \leq S_6) - q^*p$

5. Een individueel serviceniveau

$$b_1 = 500, b_2 = 800, c_3 = 3, c_4 = 4, c_5 = 3, c_6 = 2, c_7 = 5$$

Basis Model BOI ($\beta_1 = \beta_2 = 0.8$)	
$S_3 = S_4$	400
$S_5 = S_6$	640
Kosten	6000

Commonality Model COI ($\beta_1 = \beta_2 = 0.8$)	
S_3	500
S_6	640
S_7	740
Kosten	6480

5. Een individueel serviceniveau

$$b_1 = 500, b_2 = 800, c_3 = 6, c_4 = 5, c_5 = 6, c_6 = 3, c_7 = 6$$

Basis Model BOI ($\beta_1 = \beta_2 = 0.8$)	
$S_3 = S_4$	400
$S_5 = S_6$	640
Kosten	10160

Commonality Model COI ($\beta_1 = \beta_2 = 0.8$)	
S_3	500
S_6	640
S_7	740
Kosten	9360

6. Kostenanalyses m.b.t. hoofdstuk 5

1. $T_{\text{BOI}} < T_{\text{BO}}$ als $\beta = \beta_1 = \beta_2$
2. $T_{\text{COI}} < T_{\text{CO}}$ als $\beta = \beta_1 = \beta_2$
3. $T_{\text{COI}} < T_{\text{BOI}}$ onder bepaalde voorwaarden
4. Het COI model met prioriteiten is een speciaal geval van het hier besproken COI model zonder prioriteiten. COI zonder prioriteiten is dus nooit duurder.

7. Nader onderzoek

1. Het meer-perioden model
2. Uitbreiding 2 componenten model.
3. Analyse voorraadniveaus
4. Invoeren veiligheidsvoorraad
5. Andere mogelijke uitbreidingen