

Opus Organum *

Willem Meijer

Niet alleen de bouwkundige items van een gebouw dienen in hoeveelheden en kosten te worden vastgelegd. In het geval van M&E-installaties zullen daarvan voor de doorsnee bouwkundige onwennige parameters om de hoek komen kijken zoals capaciteiten en vermogens. Maar in het zuiver bouwkundige veld zou dat eigenlijk ook standaard moeten worden. Daarin is immers altijd sprake van prestaties.



foto: Erik van Huisstede, 2007

Pont d'Aël, 3 v.Chr.
Aosta-vallei, Italië

In een vorig schrijven ben ik diep ingegaan op bepaalde merkwaardige aspecten van het begroten en wel op Materiaal-Arbeid-Materieel-Onderaannemers [MAMO]-niveau. In dit artikel zal ik enkele opvallende elementen- en elementenclusterprijzen onder de aandacht brengen. Met name in een vroeg stadium in de ontwikkeling van projecten worden (kosten)kengedallen gebruikt die op z'n zachtst gezegd vreemd zijn. Dat heeft alles te maken met het niet gericht zijn op prestaties.

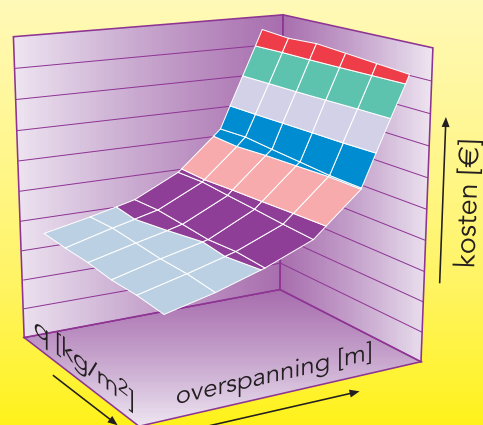
Willem Meijer,
onder meer verantwoordelijk voor de wiskundige kostenmodellering binnen de PARAP-groep, ondergebracht bij het Center for People and Buildings.

q	L	5,40	7,65	9,90	12,15	14,40	18,00
250		64,1	71,3	80,8	93,0	119,3	185,6
400		65,6	73,3	81,9	94,2	120,6	187,0
550		65,6	73,5	80,9	95,6	122,1	188,6
700		67,4	74,9	82,3	97,1	123,7	190,3
850		67,9	76,3	83,8	98,7	125,4	189,3
1.000		69,3	75,7	83,1	97,9	124,5	191,2

Tabel 1.

Kosten van kanaalplaatvloeren afhankelijk van de prestatie (belasting in kg/m^2) en overspanning.

Totale leverantie 1.000 m^2 tot op 6 bouwlagen



Hoewel de oppervlakten van vloeren tot op twee cijfers achter de komma zijn uitgerekend (geen kunst want dat gaat digitaal), zijn de kosten niet gerelateerd aan bijvoorbeeld nuttige belasting en overspanning. Ook in kostenboeken ontbreekt een overzicht zoals in tabel 1 ten ene male.

Dit artikel gaat speciaal in op enkele aspecten van technische installaties. In 95% van de begrotingen die op basis van een VO zijn gemaakt, is sprake van maar één parameter: kosten per m² BVO. Dus ongeacht de (meestal mooi weergegeven) informatie terzake van de geometrie, wordt deze alleen uiteengehaald om vloeren, gevels, daken etc. in hoeveelheden vast te leggen en daar 'een prijs aan te hangen'. Tot aan de M&E-installaties. Dat is alles.

Toch ligt het voor de hand om ook aan installaties veel meer aandacht te geven om in een vroeg stadium alternatieven te kunnen aandragen. Zo is bijvoorbeeld de combinatie van de schil van een gebouw en de installaties die het thermisch binnenklimaat regelen, van belang, omdat daarmee het energieverbruik valt terug te dringen. De aandacht voor installaties draait om drie vragen:

1. Wat dient te worden vastgesteld en in welke parameters?
2. Wat kost hetgeen is vastgesteld?
3. Zijn er trends te signaleren?

Installaties voor temperatuur en lucht voor binnenklimaat kennen beperkingen. Neem een serie gebouwen, zeg in de administratieve sector, die de volgende kenmerken hebben, waarvan alle gemarkeerde input variabel is (zie de tabellen 2 t/m 6; n = aantal bouwlagen).

Deze informatie is terug te vinden in elk PvE. Voorts is er sprake van informatie die dient te worden gebruikt omdat het óf voorschriften betreft óf omdat we er goede, bewezen ervaring mee hebben. Zo is het Bouwbesluit van toepassing en een heleboel normbladen en andere directieven. Al deze informatie is er, ongeacht het stadium waarin het project verkeert. Modelmatig komen dan de volgende uitkomsten in beeld. Het gaat daarbij om een bouwvorm die veel voorkomt: langgerekt en eenvoudig van indeling. Tabel 7 geeft inzicht in de mate van verwarming en haar trend.

bruto vloeroppervlak	BVO m ²	6,000
bouwlaaghoogte	y m	3,50
aantal bouwlagen	n stuks	6,00
kernen op vluchtafstand	< m	40
percentage daglicht van de gevel	%	20,00
percentage daklicht van het dak	%	10,00

Tabel 2.
Gebouwegeometrie

entrée	m ²	100
natte ruimten	m ²	47
horeca	m ²	160
circulatie	m ²	637
vergaderen	m ²	800
kantoren e.d.	m ²	2.256
som	m²	4.000

Tabel 3.
Verdeling van functies, naar rato

	\tilde{n}	h m	t(e) °C	lux
entrée	2	4,70	18	400
natte ruimten	8	2,40	18	300
horeca	4	3,00	20	300
circulatie	1	2,60	18	300
vergaderen	5	2,80	20	500
kantoren e.d.	2	2,80	20	500

\tilde{n} = ventilatievoud, h = vrije hoogte in de ruimten, t(e) = buitentemperatuur

Tabel 4.
Binnenklimaat, koud seizoen

	\tilde{n}	h m	t(e) °C
horeca	4	3,00	24
vergaderen	5	2,80	24
kantoren e.d.	2	2,80	24

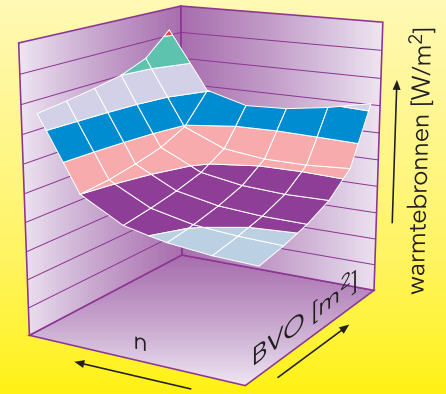
\tilde{n} = ventilatievoud, h = vrije hoogte in de ruimten

Tabel 5.
Binnenklimaat, warm seizoen

bezetting	m ² /P	25,00
typologie van de bouwwijze	kg/m ²	1.400
comfortregeling per bezetting	./.	ja
offerte-temperatuur winter	t(i) °C	-7
offerte-temperatuur zomer	t(i) °C	30
minimum ventilatie-eis	m ³ /h	50
maximale capaciteit LBK's	m ³ /h	50.000

Tabel 6.
Overigen als noodzaak

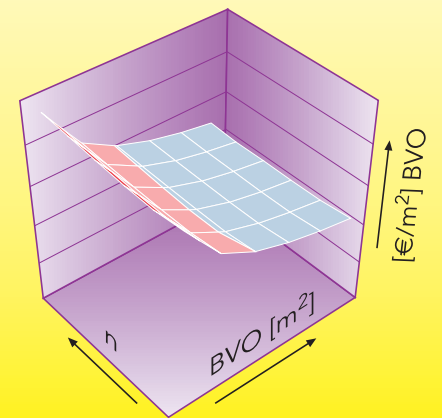
n	BVO m ²					
	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000	12.000
2	98,4	96,7	96,0	95,6	95,3	95,1
4	94,1	91,9	91,0	90,6	90,2	89,9
6	93,3	90,7	89,6	89,1	88,7	88,4
8	93,4	90,3	89,1	88,5	88,1	87,7
10	93,8	90,3	89,0	88,3	87,8	87,4
12	94,5	90,5	89,0	88,2	87,7	87,3
mean matrix						91,0



Tabel 7.

Warmtebronnen in W/m² BVO (alléén verwarming)

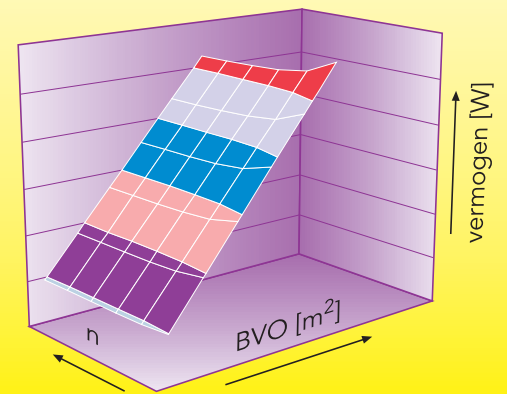
n	BVO m ²					
	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000	12.000
2	22,11	17,14	14,96	13,64	12,73	12,04
4	21,76	16,72	14,54	13,24	12,34	11,67
6	21,87	16,73	14,52	13,20	12,30	11,62
8	22,13	16,85	14,59	13,25	12,33	11,65
10	22,43	17,01	14,70	13,34	12,41	11,71
12	22,78	17,18	14,83	13,44	12,50	11,79
mean matrix						15,2



Tabel 8.

Warmtebronnen met koppelingen, verdeler(s) en rookgasafvoer, in €/m² BVO (alléén verwarming)

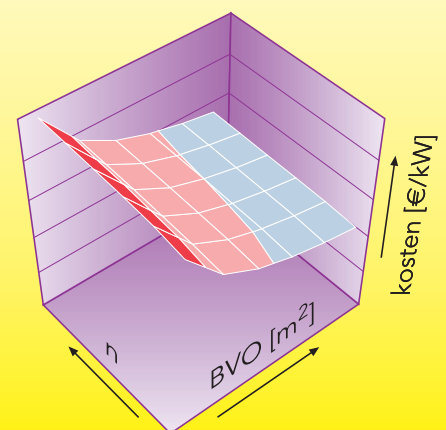
n	BVO m ²					
	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000	12.000
2	197	387	576	765	953	1.141
4	188	368	546	725	902	1.079
6	187	363	538	713	887	1.061
8	187	361	535	708	881	1.053
10	188	361	534	706	878	1.049
12	189	362	534	706	877	1.048
mean matrix						631



Tabel 9.

Vermogens van de warmtebronnen in kW (alléén verwarming)

n	BVO m ²					
	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000	12.000
2	225	177	156	143	134	127
4	231	182	160	146	137	130
6	234	185	162	148	139	131
8	237	187	164	150	140	133
10	239	188	165	151	141	134
12	241	190	167	152	143	135
mean matrix						167



Tabel 10.

Kosten in €/kW van de warmtebronnen (alléén verwarming)

Uit tabel 8 blijkt dat de kosten per eenheid warmte bijna halveren bij een zesvoudige gebouw-grootte (van 21,76 bij 2.000 m² naar 11,62 bij 12.000 m²). Bovendien is duidelijk een Minimum Domein (MD) waar te nemen in elke tabel. Deze dekken elkaar niet af. Het is dus aan te bevelen om het vermogen van de warmtebron vast te stellen en vervolgens 'af te prijzen' (zie de tabellen 9 en 10). De enig juiste prijsvorming voor een gebouw van 6000 m² BVO in zes bouwlagen (zie tabel 11).

(51.--)	Warmtebron(nen)	538	kW	
		162	€/kW	
		87.156	€	
en zo men dat wil in de analyse:		grootte	m ² BVO	6.000
			n stuks	6
		kengetal	€/m ²	14,53

Tabel 11.

Prijsvorming gebouw van 6000 m² BVO in zes bouwlagen

In het DO dienen nog vele vragen te worden beantwoord, met name binnen het regime van de wisselwerking van de bouwkundige schil en hetgeen zich thermisch in het gebouw afspeelt. Wat heeft bijvoorbeeld meer invloed op het warmtebronvermogen: de hoeveelheid daglicht of het ventilatievoud? Als voorbeeld het kantoor van 6.000 m² in zes lagen (tabel 12).

ñ	BVO m ²						% (31)
	20	25	30	35	40	45	
1	434	438	443	448	452	457	
2	538	543	547	552	556	561	
3	642	647	651	656	661	665	
4	746	751	755	760	765	769	
5	850	855	860	864	869	873	
6	954	959	964	968	973	978	
	mean matrix					706	

Tabel 12.

6.000 m² BVO in 6 bouwlagen.

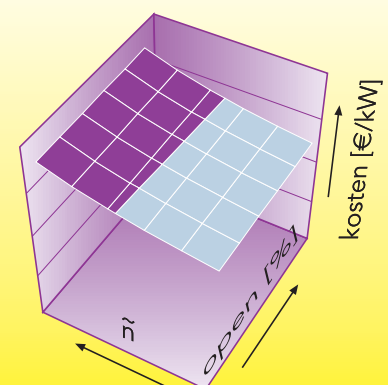
Bronvermogen in kW bij toenemend daglicht en - ventilatievoud in de kantoren (alleen verwarming)

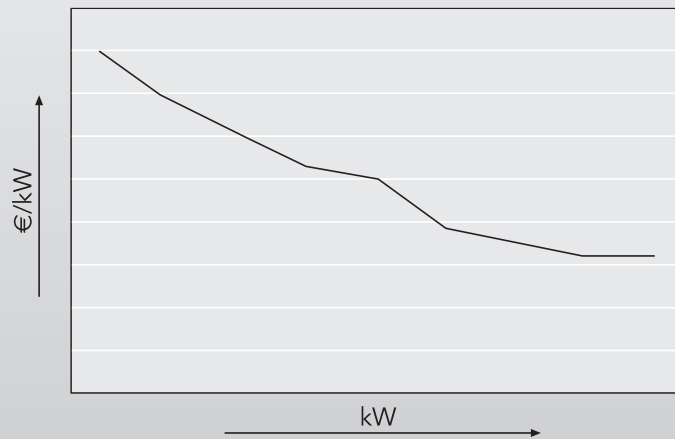
Zowel van links naar rechts als van boven zijn naar beneden zijn geen gelijke trends zichtbaar. Transmissieverliezen zijn – met hoge isolaties van de schil – nauwelijks meer van belang. Vandaar de toenemende aandacht voor warmte-recuperatie uit ventilatielucht (zie tabel 13). Ook hier geldt: hoe meer van hetzelfde, hoe lager de kosten. Ook in het DO kunnen gegevens van M&E-installaties gebruikt worden omdat zij

ñ	BVO m ²						% (31)
	20	25	30	35	40	45	
1	174	173	173	172	171	171	
2	162	161	161	161	160	160	
3	153	153	152	152	152	151	
4	146	146	146	145	145	145	
5	140	140	140	140	139	139	
6	136	135	135	135	135	135	
	mean matrix					151	

Tabel 13.

6.000 m² BVO in 6 bouwlagen. Kosten in €/kW van de warmtebronnen (alleen verwarming)





(51.22)	BUDERUS								
VR	Zonder RGK SE 625/SE 725								
Vermogen ketel (kW)									
kW	230	290	350	420	490	870	1.070	1.320	1.600
€/stuk	9.196	9.933	10.659	11.099	12.320	16.770	18.959	21.071	25.383
€/kW	40,00	34,30	30,50	26,50	25,20	19,30	17,80	16,00	15,90
€/kW	= 11.49 + 6.560 * kW ⁻¹								

Tabel 14.

Bewerking van gegevens uit een prijslijst

in feite op veel uitgebreidere schaal voorhanden zijn dan dat dit met bouwkundige items het geval is.

In tabel 14 een voorbeeld dat illustreert dat ook voor ketels geldt dat hoe meer kW vermogen, hoe minder ze kosten per eenheid vermogen.

Door de trend '€/kW' mathematisch vast te leggen, kunnen de berekende bronvermogens- als prestatie- van kosten worden voorzien. Het is zaak daarbij te beseffen dat in de praktijk altijd van overwaarde sprake zal zijn omdat nu eenmaal de handelsvermogens definitief bepalen hoe het geïnstalleerd vermogen van de warmtebron eruit zal zien. In rekenmodellen laten zich gemakkelijk combinaties vaststellen.

Getracht is om een pleidooi van argumenten te voorzien: niet alleen de bouwkundige items van een gebouw dienen in hoeveelheden en kosten te worden vastgelegd. In het geval van M&E-installaties zullen daarvan voor de doorsnee bouwkundige onwennige parameters om de hoek komen kijken, zoals capaciteiten en vermogens. Maar in het zuiver bouwkundige veld zou dat eigenlijk ook standaard moeten worden. Daarin is immers altijd sprake van prestaties.

* Vrij naar Michael Prætorius (Syntagma Musicum II - De Organographia, 1619).