Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 117/118 (1941)

Heft: 26

Artikel: Cube réel d'une maçonnerie de tunnel

Autor: Dubas, Ch.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-83575

Band 118

Nr. 26

Cube réel d'une maçonnerie de tunnel

Par CH. DUBAS, ing. dipl., Bulle

La section transversale d'une maçonnerie de tunnel (Fig. 1) est une surface en forme d'anneau dont seul le périmètre intérieur (intrados) est formé de courbes mathématiques. Redressons cet intrados, qui deviendra l'axe horizontal d'un système rectangulaire équivalent. L'anneau primitif se transforme en un ruban; les longueurs s deviennent les abcisses x, et les épaisseurs d, les ordonnées y.

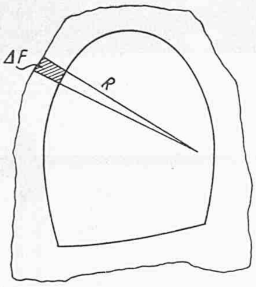


Fig. 1

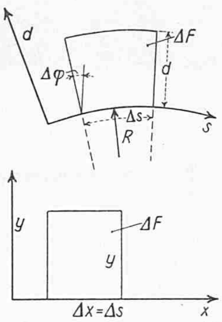


Fig. 2

Pour chaque petit élément ΔF (Fig. 2) on a:

$$\Delta F = \frac{\Delta \varphi}{2}\left[(R+d)^2 - R^2\right] = \Delta s \cdot y$$

avec

$$y = d + \frac{d^2}{2R} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Comme les d n'ont été mesurés que de place en place, on reliera les points du système rectangulaire deux à deux par des droites ou trois à trois par des paraboles.

On obtiendra, par la première méthode, pour des Δx inégaux:

$$F = \frac{\Delta x_1}{2} y_1 + \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{2} y_2 + \ldots .$$
$$+ \ldots . \frac{\Delta x_{n-2} + \Delta x_{n-1}}{2} y_{n-1} + \frac{\Delta x_n}{2} y_n$$
$$F = c_1 y_1 + c_2 y_2 + \ldots . c_{n-1} y_{n-1} + c_n y_n \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

et s'ils sont égaux:

$$F = \frac{\Delta x}{2}\left(y_1 + 2 y_2 + \ldots . 2 y_{n-1} + y_n\right) \quad . \; . \quad (3)$$

ou par le deuxième procédé (Simpson)

$$F = \frac{\Delta x}{3}\left(y_1 + 4 y_2 + 2 y_3 + 4 y_4 + \ldots . 2 y_{n-2} + y_{n-1} + 4 y_n\right) \quad (4)$$

On aurait pu redresser chaque élément autour de sa fibre moyenne en conservant les épaisseurs d. Les Δx cessent alors d'être constants, les formules (3) et (4) sont inemployables; dans la formule (2) les c_n deviennent fonction de $d_{n-1} = y_{n-1}$ et de $d_n = y_n$, l'établissement de tables (cf. exemples) devient impossible. Avec un seul rayon moyen par section, ces difficultés disparaissent, mais l'erreur peut être importante.

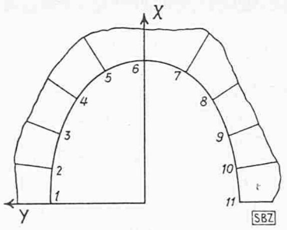
Exemple le plus simple: Voûte circulaire avec Δx égaux (d' est la distance depuis les cintres; 8 cm de couchis; $R = 250$ cm). On établit aisément une table de transformation donnant, à l'aide de (1), y en fonction de d':

$$y = d' - 8 + \frac{(d' - 8)^2}{500}$$

On obtient par exemple, pour une section donnée selon Fig. 3, d'après la formule (4) les chiffres suivants:

Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σ_{Simpson} (cm)	$F = \frac{\Delta x}{3} \Sigma_s = 0{,}327 \Sigma_s$ (m²)
d' (cm)	62	68	75	69	88	84	63	65	68		
y (cm)	60	67	76	68	93	88	61	63	67	1,731	5,660
à multiplier par:	1	4	2	4	2	4	2	4	1		

Exemple le plus compliqué: Voûte en ellipse avec Δx inégaux.



Point	X m	Y m	R m	s m	Δs m
1, 11	0	2,750	6,41	0	
					1,02
2, 10	1	2,671	6,11	1,02	
					1,03
3, 9	2	2,418	5,21	2,05	
					1,12
4, 8	3	1,925	3,83	3,17	
					1,12
5, 7	3,8	1,170	2,49	4,29	
					1,25
6	4,2	0	1,80	5,54	

R variant de point en point, on peut établir une table à entrée double donnant, pour les différents points, y en fonction de d':

d' cm	$y_{1,11}$ cm	$y_{2,10}$ cm	. . .
61	55,2	55,3	. . .
62	56,3	56,4	. . .
63	57,4	57,5	. . .
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.

Dans notre cas, la formule (2) devient:

$$F = 0{,}51\, y_1 + 1{,}025\, y_2 + 1{,}075\, y_3 +$$
$$+ 1{,}12\, y_4 + 1{,}185\, y_5 + 1{,}25\, y_6 + \ldots \; [\text{m}^2]$$

Les différents termes de cette somme peuvent, elles aussi, être mis en table:

d' cm	$0{,}51\, y_{1,11}$ m²	$1{,}025\, y_{2,10}$ m²	. . .
61	0,282	0,567	. . .
62	0,287	0,578	. . .
63	0,293	0,589	. . .
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.

A l'aide d'une table pareille, on obtient, par exemple, pour une section donnée les chiffres au bas de la page.

Si on avait bétonné la voûte du deuxième exemple jusqu'à une distance quelconque (entre 4 et 5), on pourrait sans nouvelles mesures calculer la section réelle bétonnée. Les valeurs $c_1 y_1$, $c_2 y_2$, $c_3 y_3$, resteraient les mêmes, une interpolation linéaire entre y_4 et y_5 donnerait $y_b = a y_4 + b y_5$, d'où

$$F = \frac{\Delta x_b}{2}(y_4 + y_b) = \frac{\Delta x_b}{2}(y_4 + a y_4 + b y_5) = c'_4 y_5 + c'_5 y_5$$

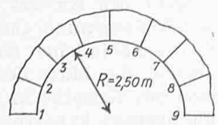


Fig 3.

	Points 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	m² $F = \Sigma \Delta F$
d' [cm]	65	70	68	64	63	61	67	70	70	70	67	
ΔF [m²]	0,303	0,667	0,683	0,673	0,724	0,760	0,782	0,750	0,706	0,667	0,315	7,030

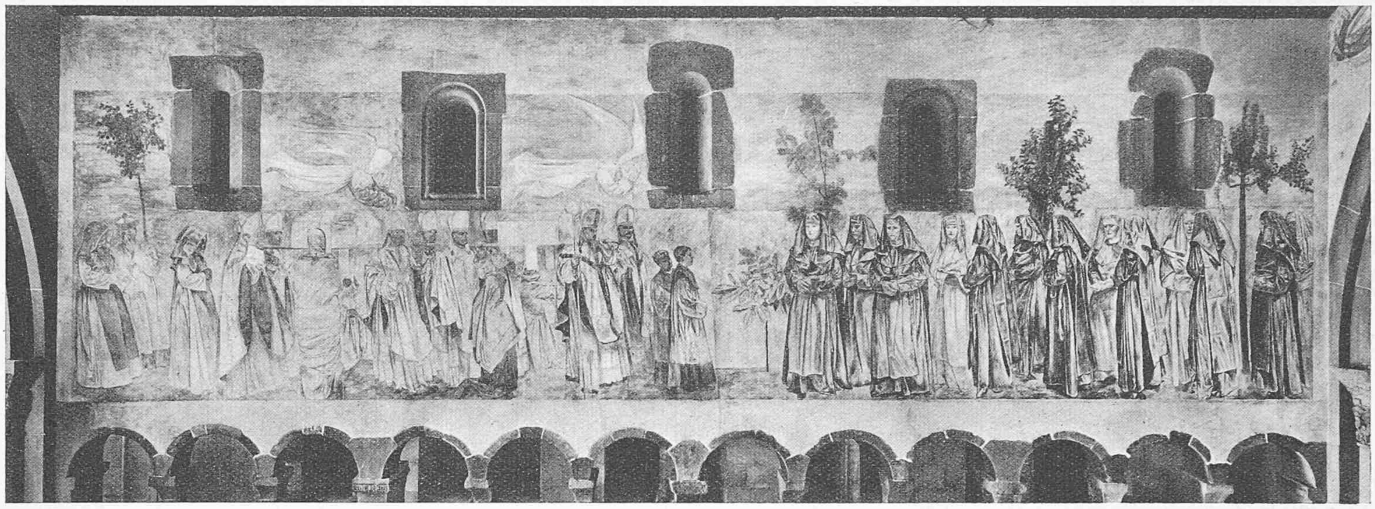


Abb. 3. Ueberführung der Gebeine der Heiligen Felix und Regula vom Grossmünster nach dem Fraumünster um 874 (Wandfeld XVIII)

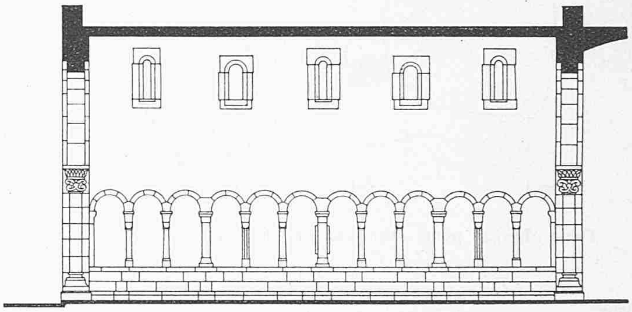
On fera bien de vérifier le profil théorique avec le procédé exposé, et aussi quelques sections, en les dessinant dans le système primitif ou transformé. Si les courbes de l'intrados forment des angles entre elles, on devra calculer séparément le triangle (évent. quadrilatère) formé. Le cube se fait par les méthodes courantes. Si le surprofil est très dissymétrique et le tunnel dans une forte courbe, on cherchera le centre de gravité de la section en coordonnées rectangulaires, on en déduira son excentricité dans le système primitif. L'excentricité moyenne de deux sections consécutives fournit la distance moyenne $\varDelta s$ mesurée parallèlement à la courbe que fait le tunnel. Le cube vaut alors: $V = \Sigma F_m \varDelta s$, où F_m est une section moyenne.

Zur Vollendung der Fresken Paul Bodmers im Fraumünster-Durchgang in Zürich

Dieser Tage ist die vollendete Ausmalung des kreuzgangartigen Durchgangs zwischen dem Fraumünster und dem 1898 bis 1901 durch Stadtbaumeister Gustav Gull erbauten Stadthaus [1]) der Oeffentlichkeit übergeben worden. Seinen Ursprung nahm das monumentale Werk in dem 1921 veranstalteten Wettbewerb, dessen Ergebnis wir in Bd. 80, Nr. 7 zur Darstellung gebracht haben. Den Anfang machte die Ausführung der ersten vier Felder I bis IV (vgl. Grundriss Abb. 1) durch Paul Bodmer, und zwar in so glücklicher Weise, dass dem gleichen Künstler die Ausmalung des ganzen Durchgangs übertragen wurde. Heute darf sich Zürich zu dem Entschluss seines Stadtrates beglückwünschen, denn dessen Durchführung hat nun ein Werk von einer Einheitlichkeit und Geschlossenheit gezeitigt, wie es schöner nicht zu denken wäre. Dank gebührt den Behörden aber nicht nur dafür, dass sie den Auftrag einem einzigen Künstler anvertraut haben, sondern auch dafür, dass sie ihm zur Durchführung die nötige Zeit — fast 20 Jahre! — zur Ausreifung seiner Entwürfe gelassen haben. Zürich ist dadurch um eine künstlerische Sehenswürdigkeit allerersten Ranges bereichert worden, die der mannigfachen, planmässigen Verschönerung seiner Altstadt die Krone aufsetzt.

Für die früheren Bilder verweisen wir auf unsere, in der Unterschrift zu Abb. 1 genannten früheren Darstellungen. Heute seien sie ergänzt durch die hier gezeigten Abbildungen der Felder XVII und XVIII; die Bildstöcke hat uns der Verlag Schulthess & Cie. (Zürich) freundlich zur Verfügung gestellt; sie sind der zusammenfassenden und mit Bildern des Gesamtwerks reich ausgestatteten Denkschrift [2]) entnommen, die ein von Dr. Erwin Poeschel verfasster Text in gewohnter Meisterschaft erläutert. Ihm entnehmen wir die nachfolgenden Sätze über die Schilderungen der jüngsten Wandgemälde. Nach der Beschreibung der frühern Bilder (bis Feld XII) fährt Poeschel fort:

Von völlig anderer Art ist die farbige Gestaltung der Fresken im romanischen Kreuzgang. Hier zeigt sich eine in grisaillehaft hellen Tönen sich aussprechende Malweise, die ihre Berechtigung nicht nur darin findet, dass in diesem Teil der Anlage das reichlicher hereinfliessende Licht leichtere Wirkungen gestattet; sie ist vielmehr auch dem hier angeschlagenen Thema gemäss. Denn während es dem Künstler bei der Darstellung der Legende von dem Leben der Königstöchter auf dem Albis nicht eigentlich darum ging, Handlung und Begebnis darzustellen, sondern seelische Zustände — das eigentliche Thema war ihm ja die Geburt der Legende und nicht ihre Ereignisse selbst — so wendet sich hier nun die Aufgabe dem Fabulieren zu, dem Bericht einer Sage, die — zwar märchenhaft genug — nicht im Halbdunkel mystischer Versenkung sich bewegt, sondern zum eigentlichen Thema einen tageshell weltlichen Gegenstand, das Lob der Gerechtigkeit, hat . . . (betrifft die Felder XIII bis XVI. Red.).



XVIII

Abb. 2. Südwand (1 : 150) des romanischen Teils (vgl. Abb. 3)

Ging es also hier um die Verherrlichung des Rechtes, so verkündet die Darstellung, die sich über die nördliche Hochwand (Abb. 4) des romanischen Kreuzganges hinzieht, das Lob des Dienstes an der Bildung des Volkes, und damit sind nun zwei Themen in diese Zyklen zürcherischer Sage und Geschichte aufgenommen, die der Gedächtnisstätte eines bürgerlichen Gemeinwesens ohne Zweifel trefflich anstehen. Geschildert ist in dieser zweiten Darstellung aus dem Leben Karls die Gründung der Stiftschule am Grossmünster, und mag es auch nur eine unverbürgte Tradition sein, die sie dem Frankenkönig zuschreibt, so fügt sie sich jedenfalls aufs beste dem Bild des Herrschers ein, dem die Heranziehung gelehrten Nachwuchses ein besonderes Anliegen war. Wenn wir auf Bodmers Fresko (rechts der Mitte) die derben helläugigen Gesichter rundköpfiger Buben im Gewand der Stiftschüler sehen, so fühlen wir uns an jene anmutige Erzählung Notkers erinnert, in der die Knaben einfacher Herkunft «ihre Arbeiten über Erwarten mit aller Würze der Weisheit gesüsst» und vom Kaiser daher über die «zarten hübschen Kerlchen» aus der Reihe der Fürstenkinder erhoben wurden. Der Künstler erzählt diesen Stiftungsakt des Kaisers in dem gleichen grossen Vortragstil wie das Schlangenmärchen, lässt aber besonders in der Gruppe rechts des königlichen Gründers, der, die ganze Komposition bestimmend, die Mitte des Bildes beherrscht, aus den hellen Grundtönen der Grisaille in den Gewändern des kaiserlichen Gefolges ein überaus kunstvoll instrumentiertes Spiel zarter Farben von grossem Nuancenreichtum aufblühen.

[1]) Ausführlich dargestellt in SBZ, Bd. 42, Nr. 2 bis 5 (1903), Renovation des Fraumünsters desgl. in Bd. 66, Nr. 20 (1915).

[2]) Die Fresken von Paul Bodmer im Fraumünster Kreuzgang. Mit 16 Kunstdruck-Tafeln und 9 Textabbildungen (Rissen). Zürich 1941, Verlag von Schulthess & Cie. Preis kart. 3 Fr.