

## Capítulo 197- Manning em canais com vegetação

### 197.1 Introdução

Pesquisas feitas nos Estados Unidos no *Hydraulics Research Laboratory* em Wallingford em 1988, mostraram uma maneira empírica de se usar o coeficiente de rugosidade de Manning  $n$  quando temos vegetação dentro de um canal comum ou canal compacto como dizem os alemães.

Na Figura (195.1) temos um canal compacto, isto é, que não é um canal composto, onde existe uma porcentagem do canal que tem vegetação.

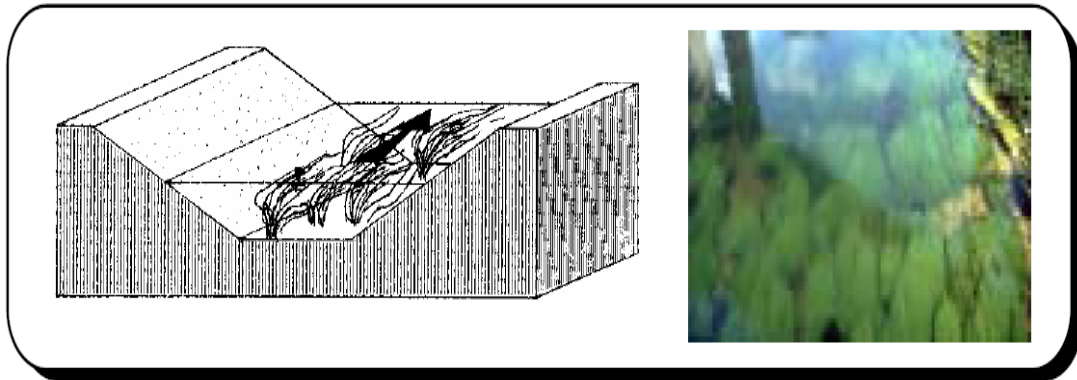


Figura 197.1- Canal compacto com vegetação dentro dele.  
Fonte: Baden-Wurtemberg, Teil 2.

### 197.2 Método de cálculo do canal com vegetação

Quando se tem vegetação no canal foi estimado que o valor de  $n_e$  rugosidade de Manning equivalente é fornecida pela equação.

$$n_e = n + b \cdot K / Fr$$

Sendo:

$n_e$  = rugosidade equivalente do canal quando tem vegetação  $s/m^{1/3}$

$n$  = rugosidade de Manning do canal sem vegetação  $s/m^{1/3}$

$b = 0,02$  = constante adimensional

$K$  = fração da área do leito total do rio com vegetação

$Fr$  = número de Froude

O truque do problema é que primeiramente supomos que não exista vegetação no canal e calculamos o número de Froude e depois

aplicamos a fórmula de Manning e calculamos novamente o valor da vazão correto.

**Exemplo 197.1- Extraído de Baden-Wurtemberg Teil 2 página 137. Dimensionar um canal onde existe 15% de vegetação no mesmo. São dados:**

$$A= 48 \text{ m}^2$$

$$B_0= 24 \text{ m}$$

$$S= 0,001 \text{ m/m}$$

$$Y= 2,00\text{m}$$

$$R= A/P= 48/(24 + 2 \times 2) = 1,71\text{m}$$

$$n=0,028 \text{ s/m}^{1/3}$$

**Manning**

$$V= (1/n) R^{2/3} \times S^{0,5}$$

$$V= (1/0,028) 1,71^{2/3} \times 0,001^{0,5}$$

$$V= 1,6 \text{ m/s}$$

$$Q= A \times V= 48 \times 1,6= 77,49 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Fr= V/ (g \times A/B_0)^{0,5}= 1,6/(9,8 \times 48/24)^{0,5} = 0,362$$

**Mas K= 0,15**

$$n_e= n + b. K/Fr$$

$$n_e= 0,028 + 0,02 \times 0,15/0,362 = 0,036 \text{ s/m}^{1/3}$$

**Agora vamos calcular novamente a vazão usando  $n_e=0,036$**

$$Q= A (1/n) R^{2/3} \times S^{0,5}$$

$$Q= 48 (1/0,036) 1,71^{2/3} \times 0,001^{0,5}$$

$$Q= 60 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donde podemos verificar que a vazão que era de 77,49 m<sup>3</sup>/s sem vegetação, passou para 60 m<sup>3</sup>/s com vegetação com diminuição da vazão de 22%.

**Nota:** devido a simplicidade dos cálculos seria interessante pesquisar se o mesmo pode ser aplicado a canais compostos quando uma das margens ou as duas margens possuem muita vegetação.

### 197.3 Bibliografia e livros consultados:

- BADEN-WURTTEMBERG. *Hydraulic naturnaher fliessgewasser*. Teil 1, ano 2002 com 97 paginas.
- BADEN-WURTTEMBERG. *Hydraulic naturnaher fliessgewasser*. Teil 2, ano 2004 com 218 paginas.
- BADEN-WURTTEMBERG. *Hydraulic naturnaher fliessgewasser*. Teil 3, ano 2003 com 113 paginas.
- BADEN-WURTTEMBERG. *Hydraulic naturnaher fliessgewasser*. Teil 4, ano 2003 com 60 paginas.
- COON, WILLIAN F. *Estimates of roughness coefficients for selected natural stream channels with vegetated banks in New York*. US Geological Survey Open-file report 93-161, Ithaca, New York, 1995.
- HAMILL, LES. *Bridge Hydraulics*. Editora Spon London, 1999, 367 páginas.
- HYDRAULICS RESEARCH LABORATORY. Wallingford, 1988. *Assessing the hydraulic performance of environmentally acceptable channels*. Report EX 1799, Wallingford.
- MALCHEREK, ANDREAS. *Gerinnehydraulik und flusswasserbau*. Hydromechanik und wasserbau Band 2. Amazon/Kindle
- MALCHEREK, ANDREAS. *Sedimenttransport und morphodynamik*. Hydromechanik und wasserbau Band 3. Amazon/Kindle
- MCCUEN, RICHARD H. *Hydrologic analysis and design*. 2ª ed. Prentice-Hall, 1998, 814 páginas.
- PATT, HEINZ E GONSOWKI, PETER. *Wasserbau*. Springer, 2011. Amazon/Kindle
- PATT, HEINZ E ROBERT, JUPNER. *Hochwasser Handbuch*. Springer. Amazon/Kindle.
- PRADHAN S. E KHATUA, K.K. *Composite roughness for rough compound channels*. India, 7 paginas.
- QUINTELA, ANTONIO DE CARVALHO. *Hidráulica*. Fundação Calouste Gulbenkian, janeiro de 1961/ Lisboa, 539 paginas.
- SELLIN, ROBERT HENRY JOHN. *A laboratory investigation into the interaction between the flow in the channel of a river and that over its flood plain*. Ano de 1964, 10 paginas. University of Belfast. Department of civil engineering.
- SUBRAMANYA, K. *Flow in open channels*. McGraw-Hill, New Delhi, 2009, 3ª ed, 548 páginas.
- WEISBACH, JULIUS. *Experimental Hydraulik*. Freiberg, 1855.
- WURTENBERG, LARS. *Desertification, sertation und durren, Ursachen und wirkungen von problemen*. Studienarbeit. Amazon/Kindle.
- ZANKE, ULRICH. *Hydraulik fur den wasserbau*. Amazon, Kindle, Editora Springer, ano 2013, Berlin.
- ZIDAN, ABDEL KUSIK AHMED. *Review of friction formulae in open channel flow*. 14 de março de 2015 com 14 páginas.