



Erciyes University Journal of the Institute of Science and Technology
Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
 ISSN 1012-2354

Cilt (Volume): 27, Sayı (Issue): 3, Temmuz/July-2011
<http://fbe.erciyes.edu.tr/>



Eşikli ve Basamaklı Düşülerde Eşik Geometrisinin Akım Tipi ve Oksijen Transferine Etkisi

Muhammed Cihat TUNA

Fırat Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Elazığ

ÖZET

Oksijen canlı hayatı için vazgeçilmez bir elementtir. Yüksek miktarda çözünmüş oksijen seviyesi suyun kalitesinin önemli bir göstergesidir. Hidrolik yapılar sürekli akımla temas halinde olduklarından çok kısa bir mesafe ve sürede akımdaki oksijen miktarını artırmada etkin bir rol oynarlar. Dolusavak gibi bir hidrolik yapıda oksijen transferi, mansaptaki hidrolik sıçrama ile meydana gelir. Basamaklı düşülerde ise akım basamaklar boyunca oksijen transferini gerçekleştirir. Bu deneysel çalışmada basamaklarının sonuna yerleştirilen eşiklerin boyut ve geometrilerinin oksijen transferine ve akım rejimlerine olan etkisi laboratuarda hazırlanan bir basamaklı dolusavak modelinde farklı eşik boyutları ve geometrilerinde araştırılmıştır. Deneyler sonucunda basamaklı düşülerde, eşik boyut ve geometrisinin oksijen transferinde etkin bir rol oynadığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Eşik,
oksijen transferi,
basamaklı
dolusavak

Effect of sill dimension and geometry on stepped chutes with end sill on oxygen transfer efficiency

ABSTRACT

Oxygen is a necessary element for all forms of life. A higher dissolved oxygen level indicates better water quality. Hydraulic structures have an impact on the amount of dissolved oxygen in a flow, even though the water is in contact with the structure for only a short time. Such as a spillway, occurs by self-aeration along in the hydraulic jump at the downstream. Stepped chute where occurs oxygen transfer taking place along the steps. This experimental study; the aeration efficiency and flow regime of stepped spillways with end sill which different dimensions and geometry investigated in large laboratory stepped spillways. The results indicated that sill dimensions and geometry had a significant effect on the oxygen transfer performance of stepped spillways.

Keywords

Sill,
Oxygen transfer,
Stepped spillway.

1. Giriş

Nehir ve akarsulardaki çözülmüş oksijen miktarı, hem suyun kalitesini gösteren bir özellik olarak hem de suda yaşayan canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için gereken çok önemli bir kriterdir. Ayrıca çözülmüş oksijen oranı biyolojik aktiviteleri ve kimyasal reaksiyonları düzenleyici bir rol oynar. Çözülmüş oksijen su yaşamının çok önemli bir parçasıdır. Oksijen transferinin fiziksel ilerleyişi kullanılan oksijenin atmosferden tekrar absorbe edilmesidir. Bu hidrolikte havalandırma olarak ifade edilmektedir [1].

Hidrolik yapılar, akarsu ile kısa bir süre için temasta olmalarına rağmen, bir nehir sistemindeki çözülmüş oksijen miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahiptirler. Bir nehirde doğal olarak birkaç kilometrede meydana gelebilecek oksijen transferi, tek bir hidrolik yapı ile hızlı bir şekilde meydana getirilebilir. Akımların havalandırılması ile ilgili bir dizi deneysel çalışma aşağıda verilen araştırmacılar tarafından yapılmıştır.

Preul ve Holler [2], kapaklı hidrolik yapılarda oksijen transferi potansiyelini hesaplamak amacıyla laboratuvarında bir dizi deneysel çalışma yapmışlardır.

Rindels ve Gulliver [3], kapak konduiti ve yumurta kesitli kreterlerde oksijen transferi potansiyelini hesaplamak amacıyla laboratuvarında bir dizi deneysel çalışma yapmışlardır.

Chanson ve Toombes [4], "Basamaklı bir dolusavakda sıçramalı ve geçiş akım şartlarında hava girişinin deneysel araştırmaları" hakkında bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada nap, geçiş ve sıçramalı akımlar için büyük bir deney setinde hız, akım derinliği, hava kabarcık oranları, sürtünme katsayısı gibi parametrelerin değişim miktarları üzerine araştırmalar yapmışlardır. Boes [5], "Basamaklı dolusavaklarda enerji sönümlenmesi ve iki safhalı akım" hakkında bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada farklı eğimlerde farklı basamak yükseklikleri dikkate alınarak hava giriş noktalarının tayini, kavitasyon riski olmaksızın maksimum birim debinin miktarı, enerji sönümlenme karakteristiklerinin üzerine bir araştırma yürütmüşlerdir.

Tuna [6], "Eşikli ve eşiksiz basamaklı tip dolusavakların enerji sönümlenmesi açısından karşılaştırılması" başlıklı bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada basamaklı dolusavakların üzerine yerleştirilen değişik geometriye sahip eşiklerin akımın dolusavak kanalında ilerlerken sahip olduğu enerjiyi sönümleme miktarları araştırılmıştır. Literatüre bakıldığında basamaklar sonuna yerleştirilen eşiklerin boyutları ve geometrilerinin havalandırma performansı ve akım rejimleri üzerine ne gibi etkilerinin olacağı fiziksel ve analitik olarak henüz araştırılmamıştır. Bu çalışmada eşik boyutları ve geometrisinin havalandırma performansı ve akım tiplerine nasıl bir etkisi olduğu deneysel verilerle açıklanmaya çalışılacaktır.

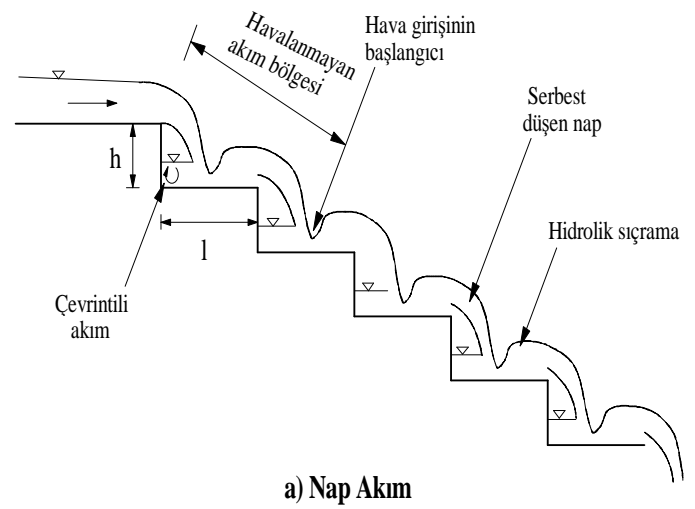
Akım Tipleri

Nap akım rejimi düşük debilerde ve büyük basamak yüksekliklerinde akışın her bir basamak kenarına serbest düşüm yaparak ve basamaklarda sekerek akmasıdır. Genel olarak nap akım rejimi karakteristikleri her bir basamak üzerinde serbest düşüme jeti, alt kısımda hava boşluğu ve basamak mansaplarında nap etkisi olarak sıralanabilir. Bu

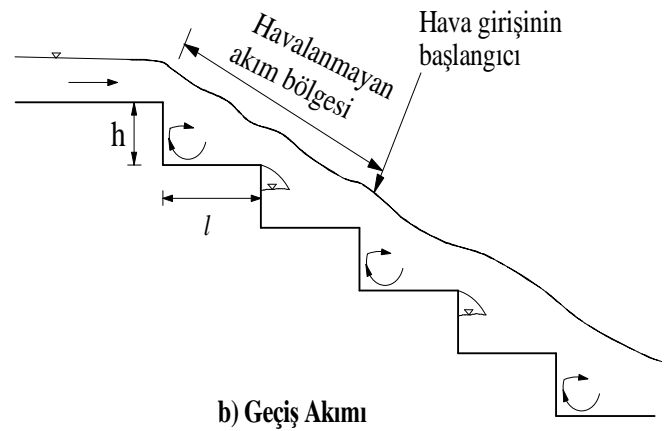
mansaptaki hidrolik sıçrama ve nap etkisi akımın enerjisinin büyük kısmının sönümlenmesi sağlar (Şekil 1).

Sıçramalı akım rejimi ise yüksek debi miktarlarında ki akışın basamak kenarları ile ana akış arasında dairesel hava boşlukları meydana getirerek basamaklar üzerinden sıçrayarak akmasıdır. Basamak boşluğundaki çevrıntiler büyük miktarda enerji sönümlenmesi sağlarlar (Şekil 2).

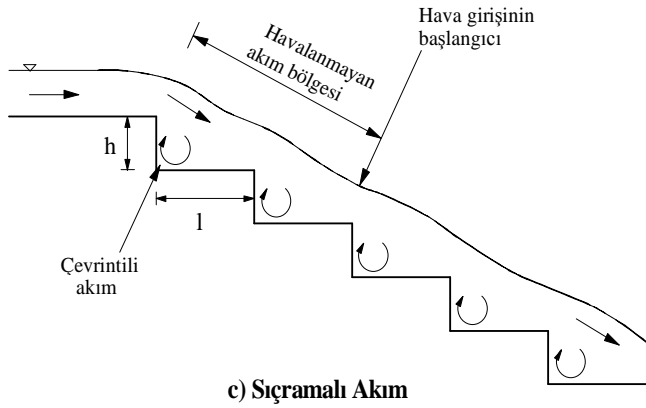
Geçiş akım rejimi ise orta büyüklüklerdeki debilerde meydana gelmektedir. Bu akım rejimini genel karakteristikleri düzensiz bir görünüş ve akışın yatay basamak kenarlarına çarpmaksızın ilerlemesi olarak tarif edilebilir. Bununla birlikte geçiş akım rejiminde akışta ve hava girişinde önemli istikrarsızlıklar olduğundan istenmeyen bir akım rejimi türüdür (Şekil 3).



Şekil 1. Nap akım rejimi



Şekil 2. Sıçramalı akım rejimi



Şekil 3. Geçiş akımı rejimi

2. Materyal ve Metot

Basamak tipi dolusavak boşaltım kanallarında deneysel çalışmalar yapmak için Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Hidrolik Laboratuvarında Şekil 5 'de kesiti verilen bir deney düzeneği hazırlanmıştır. Deney düzeneği laboratuvar tabanından 2,75 m yüksekte, genişliği sabit ($b= 0,29$ m) olan dikdörtgen kesitli bir kanal olup dolusavak mansap eğimi $\alpha = 30^{\circ}$ ve dolusavak uzunluğu $L= 5.51$ m olacak şekilde farklı basamak boyutları değişikliklerinin kolayca yapılabilmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Deney düzeneğinde dolusavak boşaltım kanalının yan duvarı akım koşullarını görebilmek amacı ile cam malzemeden teşkil edilmiştir. Basamak düşü yükseklikleri; $h = 10$ cm ve $b= 17,88$ cm olarak alınmıştır. Basamak uçlarına, kesitleri Şekil 4'de gösterilmiş olan yükseklikleri 2 cm, 4 cm'lik dikdörtgen ve 4 cm ile başlayıp 1 cm'e kadar azalan trapez kesitli ahşap malzemeden yapılmış eşikler yerleştirilmiştir. Sistemde debi, bir debimetre kullanılarak belirlenmiştir. Kanalda meydana gelen akımın sıçramalı, nap veya geçiş akımı şartlarından hangisini sağladıkları gözlemlenerek kaydedilmiştir.

Her bir deney tanka su doldurulması ve kimyasal deoksinejasyon sağlanması için suya Na_2SO_3 ve CoCl_2 katılmasıyla başlamıştır. Menba ve mansap kanallarında oksijen metre ile oksijen miktarları ölçülmüştür. Oksijenmetre günlük olarak hava kalibrasyon metodu kullanılarak lokal atmosfer basıncına göre ayarlanmıştır. Deneyler esnasında bir dijital termometre kullanılarak su sıcaklıkları sürekli olarak ölçülmüştür. Çünkü havalanma performansı sıcaklığa bağlı bir parametredir. Havalanma veriminin optimum olduğu değer 20°C olduğu bilinmektedir. Gulliver [7], yapmış olduğu çalışmada sıcaklığın etkisini aşağıdaki eşitlik yardımıyla açıklamıştır.

$$E_{20} = 1 - (1 - E_T)^{1/(1.0 + 0.02103(T-20) + 8.261 \times 10^{-5} \times (T-20)^2)}$$

Burada;

E_T = Ölçülen sıcaklıkta oksijen transfer verimi ve E_{20} ise 20°C deki oksijen transfer verimidir. Deney düzeneği amaca uygun ölçümlerin yapılabilmesi için ölçüm aletleri ile teçhiz

edilmiştir. Bu ölçümler ve kullanılan aletler aşağıda açıklanmıştır.

a) Su seviyesi ölçümleri

Su seviyesi ölçümleri (kanal tabanına dik akım derinlikleri) nokta uçlu (point gage, limnometre) seviye ölçme aletleri ve dolusavak boşaltım kanalı yan duvarı üzerine yerleştirilen çelik şerit metreler yardımıyla yapılmıştır.

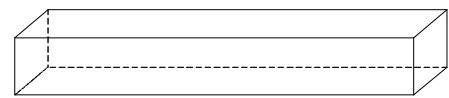
b) Debi ölçümleri

Yapının memba kısmına yerleştirilen bir debimetre yardımıyla yapılmıştır.

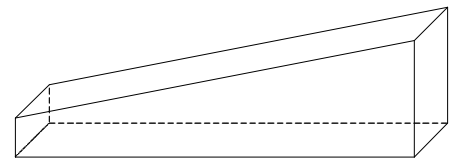
c) Oksijen ölçümleri

Oksijen seviye ölçümleri basamaklı dolusavağın menba ve mansap kanallarına yerleştirilen portatif HANNA Model HI 9142 oksijen metreyle yapılmıştır.

Deneyler sırasında ilk alternatif olarak genişlik ve yüksekliği yukarıda verilmiş olan basamaklı eşiksiz dolusavak kullanılmış, ikinci alternatifte basamaklar üzerine yüksekliği 2 cm, genişliği 29 cm olan ahşaptan imal edilmiş eşikler bütün basamak uçlarında olacak şekilde teşkil edilmiştir. Üçüncü alternatifte 4cm yükseklikli eşikler bütün basamak kenarlarına yerleştirilmiştir. Dördüncü alternatifte yüksekliği 4 cm den başlayıp 1cm'ye kadar azalan trapez kesitli eşikler bütün basamak uçlarına 4 cm olan tarafı bir sağa bir sola gelecek şekilde şaşırtmalı olarak yerleştirilmiş, beşinci alternatifte trapez kesitli eşiklerin 4 cm'lik kısımları üç kez sağa üç kez sola gelecek şekilde şaşırtmalı olarak dizilmiş ve sonuncu yani altıncı alternatifte trapez kesitli eşikler iki sağa, bir boş basamak ve iki sola şaşırtmalı olarak dizilmiş olup farklı debi miktarlarında hangi eşik tipinin havalanma performansının daha uygun olacağına karar vermek için bir dizi deneysel çalışma bu koşullar altında yapılmıştır.

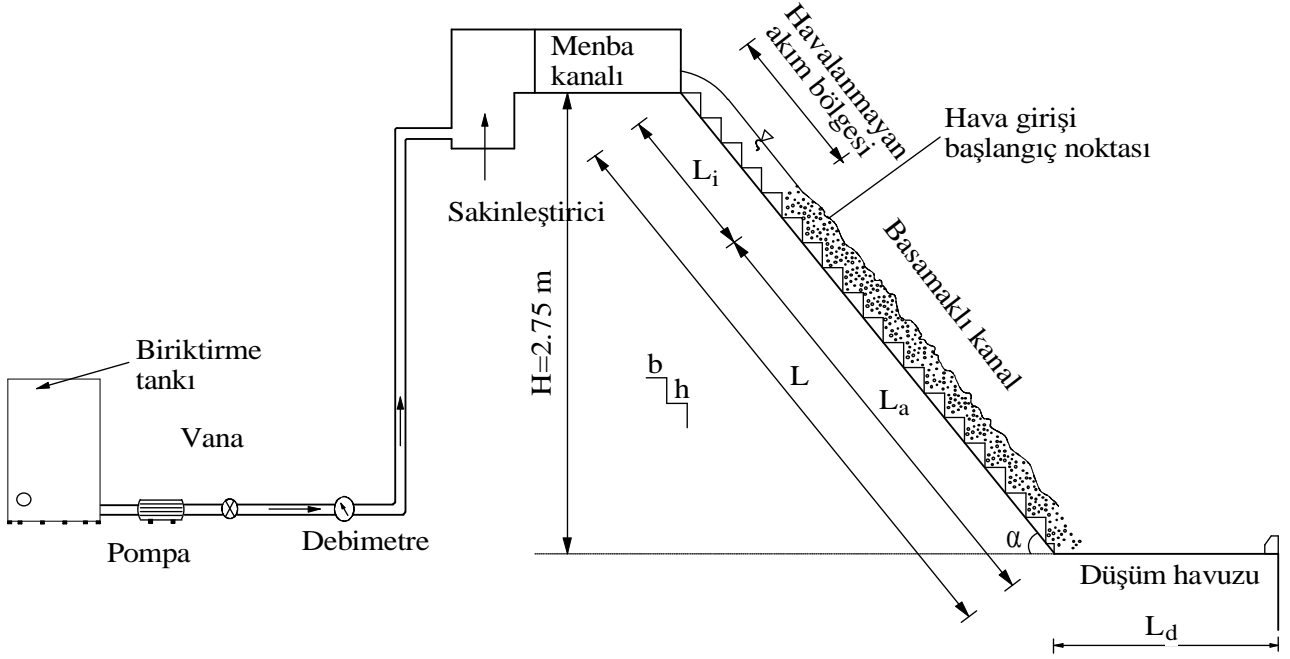


(a)



(b)

Şekil 4. Deneylerde Kullanılan Eşik Tipleri (a) Dikdörtgen enkesitli, (b) Trapez enkesitli eşik



Şekil 5. Deney düzeneğinin kesiti

3. Bulgular

Bu deneysel çalışmada basamaklı düşülerde havalanma verimi değerlerinin farklı eşik geometrisi ve değişik debi miktarları altında nasıl etkilendiğine ait değerler verilmiştir. Basamaklı düşülerde debi ve eşik geometrisinin akım rejiminin değişmesinin bir fonksiyonu olduğu ve oksijen transferine katkısı tablolardan gözlemlenmektedir.

Tablo1. Birinci alternatife ait değerler

$\frac{Q}{q=B}$ (m ² /s)	Akım Tipi	E ₂₀
0.01724	Nap Akımı	0.52
0.03448	Nap Akımı	0.51
0.05172	Geçiş Akımı	0.43
0.06896	Geçiş Akımı	0.42
0.08620	Sıçramalı Akım	0.39
0.10345	Sıçramalı Akım	0.36
0.15689	Sıçramalı Akım	0.35

Tablo 2. İkinci alternatife ait değerler

$\frac{Q}{q=B}$ (m ² /s)	Akım Tipi	E ₂₀
0.01724	Nap Akımı	0.55
0.03448	Nap Akımı	0.59
0.05172	Geçiş Akımı	0.49
0.06896	Geçiş Akımı	0.47
0.08620	Sıçramalı Akım	0.45
0.10345	Sıçramalı Akım	0.42
0.15689	Sıçramalı Akım	0.38

Tablo 3. Üçüncü alternatife ait değerler

$\frac{Q}{q=B}$ (m ² /s)	Akım Tipi	E ₂₀
0.01724	Nap Akımı	0.58
0.03448	Nap Akımı	0.62
0.05172	Geçiş Akımı	0.49
0.06896	Sıçramalı Akım	0.48
0.08620	Sıçramalı Akım	0.45
0.10345	Sıçramalı Akım	0.44
0.15689	Sıçramalı Akım	0.39

Tablo 4. Dördüncü alternatife ait değerler

$\frac{Q}{q=B}$ (m ² /s)	Akım Tipi	E ₂₀
0.01724	Nap Akımı	0.58
0.03448	Nap Akımı	0.63
0.05172	Nap Akımı	0.52
0.06896	Geçiş Akımı	0.48
0.08620	Sıçramalı Akım	0.46
0.10345	Sıçramalı Akım	0.41
0.15689	Sıçramalı Akım	0.39

Tablo 5. Beşinci alternatife ait değerler

$\frac{Q}{q=B}$ (m ² /s)	Akım Tipi	E ₂₀
0.01724	Nap Akımı	0.59
0.03448	Nap Akımı	0.67
0.05172	Geçiş Akımı	0.53
0.06896	Sıçramalı Akım	0.54
0.08620	Sıçramalı Akım	0.49
0.10345	Sıçramalı Akım	0.47
0.15689	Sıçramalı Akım	0.41

Tablo 6. Altıncı alternatife ait değerler

$\frac{Q}{q=B}$ (m ² /s)	Akım Tipi	E ₂₀
0.01724	Nap Akımı	0.55
0.03448	Nap Akımı	0.60
0.05172	Geçiş Akımı	0.48
0.06896	Geçiş Akımı	0.44
0.08620	Geçiş Akımı	0.40
0.10345	Geçiş Akımı	0.39
0.15689	Sıçramalı Akım	0.37

4. Tartışma ve Sonuçlar

Havalanma performansını belirlemek amacıyla eşikli basamaklı düşülerde bir dizi laboratuvar çalışması yapılmış ve aşağıdaki hususlar tespit edilmiştir.

- Sonuçlardan da açıkça görüldüğü gibi büyük debilerde genellikle sıçramalı akım gözlenmiştir.
- Birim debinin artması ile havalanmayan bölgenin uzunluğunu arttırdığından oksijen transfer veriminin düştüğü görülmüştür.
- Test edilen alternatifler arasında en uygun iki sonucun 4 cm eşik yükseklikli (yani eşik yüksekliğinin basamak yüksekliğine oranı, 4 cm/10 cm=0.40 iken) ve trapez kesitli eşiklerle oluşturulan dolusavaklarda elde edilmiştir.
- Birinci alternatif ile son alternatif elde edilen sonuçlara bakılacak olursa havalanma performansının minimum olduğu görülmektedir.
- Nap akımı rejiminde havalanma randımanı geçiş akımı ve sıçramalı akıma nispeten daha fazla olmuştur.
- Küçük debilerde havalanma verimi daha fazla iken debi büyüdükçe havalanma verimi düşmektedir.
- Trapez kesitli eşiklerin 4 cm olan tarafı üç sağa üç sola gelecek şekilde şaşırtmalı olarak dizilen eşikli dolusavağın havalanma verimi değeri ile eşiksiz dolusavağın havalanma verimi değerleri arasında ortalama % 10'luk bir fark meydana gelmektedir.
- Trapez kesitli eşikli dolusavakların havalanma randıman değerlerinin test edilen diğer tiplere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Geçiş akımı rejiminde havalanma performansı aniden düşmüştür.

Kaynaklar

1. Baylar, A., Bagatur, T. and Tuna, A. 2001. Aeration Performance of Triangular-Notch Weirs. J. Chartered Inst. Wat. Environ Manage., 15 (3), 203–206.
2. Preul, H.C., and Holler, A.G., 1969. Reaeration through Low Dams in the Ohio River", Proc. Industrial Waste Conf., Purdue Univ., South Bend, Ind., 1249-1270.
3. Rindels, A.J., and Gulliver, J.S., 1991. Oxygen Transfer at Spillways", Proc., Air-Water Mass Transfer, S.C. Wilhelms and J. S. Gulliver, eds., ASCE, New York, N.Y.
4. Chanson, H. and Toombes, L., 2001. Experimental Investigations of Air Entrainment in Transition and Skimming Flows down a stepped Chute Application to Embankment Overflow Stepped Spillways. RESEARCH REPORT No. CE 158, Department of Civil Engineering, The University of Queensland, Australia.
5. Boes, R.M., 2000, Two-phase flow and energy dissipation on stepped spillways. Proc. ASDSO Annual Conference on Dam Safety, Providence, RI, USA: CD-ROM.
6. TUNA, M.C., 2008. The Comparison of Energy Dissipation of Stepped Spillways With and Without End Sill., E-Journal of New World Sciences Academy, 3(3), 481-490, 2008.
7. Gulliver, J.S., Thene, J.R. and Rindels, A.J. (1990) Indexing Gas Transfer in Self-Aerated Flows. J. Environ. Eng. ASCE, 116 (3), 503–523