



Λιμνοποτάμιο Περιβάλλον και Οργανισμοί

Ενότητα 13: Νηκτό: Φράγματα

Επικ. Καθηγήτρια Δήμητρα Μπόμπορη
Τμήμα Βιολογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





Νηκτό: Φράγματα



Adult sockeye salmon encounter a waterfall on their way up river to spawn.

Source:

<http://www.public-domain-image.com/full-image/fauna-public-domain-images-pictures/fishes-public-domain-images-pictures/salmon-fish-pictures/adult-sockeye-salmon-encounter-a-waterfall-on-their-way-up-river-to-spawn.jpg.html>

Marvina Munch, U.S. Fish and Wildlife Service. 2013, in the public domain

Denil Fish Ladder on Salmon Creek (Blackfoot River watershed, [Montana](http://www.public-domain-image.com/full-image/fauna-public-domain-images-pictures/fishes-public-domain-images-pictures/salmon-fish-pictures/adult-sockeye-salmon-encounter-a-waterfall-on-their-way-up-river-to-spawn.jpg.html)). Source: <http://mountain-prairie.fws.gov/pfw/montana/mt5g.htm>, U. S. Fish and Wildlife Service, in the public domain

Περιεχόμενα ενότητας

1. Φράγματα, Κατασκευές & Χρήσεις
2. Επιπτώσεις στην ιχθυοπανίδα
3. Εξασφάλιση ελευθεροεπικοινωνίας
4. Φραγμαλίμνες



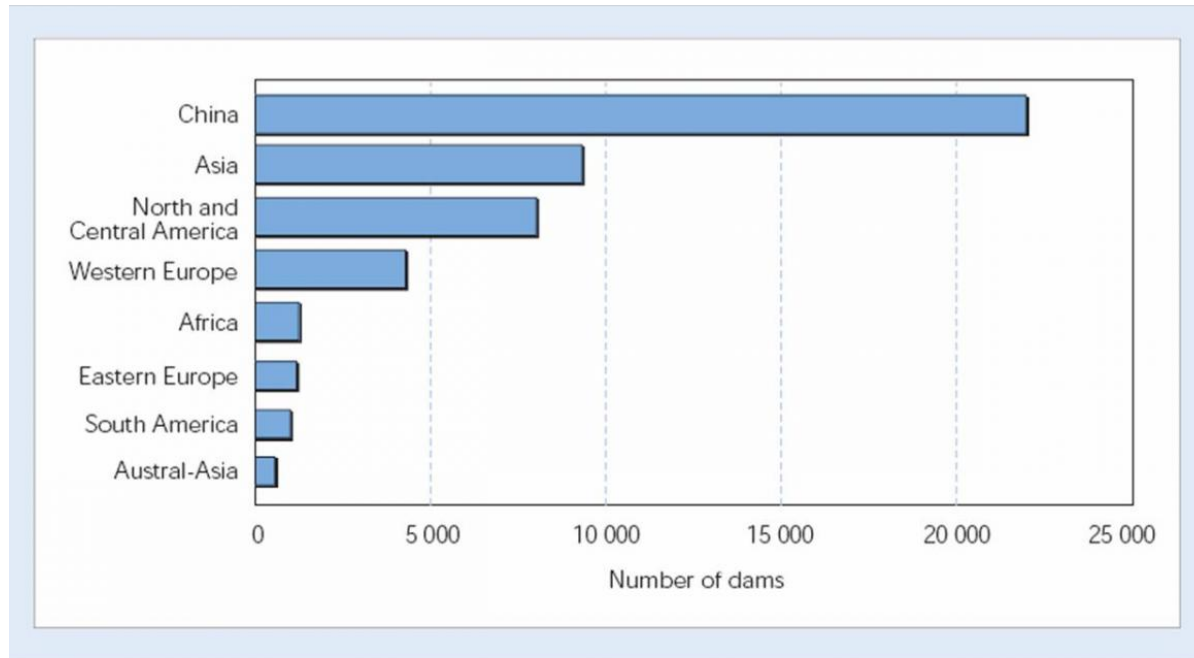
Σκοποί ενότητας

- Η ενημέρωση των φοιτητών στις χρήσεις και στη σημασία των φραγμάτων καθώς και στα προβλήματα που σχετίζονται με αυτά, όπως η διακοπή της ελεύθερης επικοινωνίας των υδρόβιων οργανισμών και τρόποι αντιμετώπισης



Φράγματα, Κατασκευές & Χρήσεις

- ✓ Ως 1949 ~ 5 000 μεγάλα φράγματα (3/4 στις βιομηχανικές χώρες)
- ✓ Στο τέλος του 20^{ου} αιώνα > 45 000 μεγάλα φράγματα σε >140 χώρες (τα 2/3 στις αναπτυσσόμενες χώρες)



Source: WCD estimates based on ICOLD, 1998 and other sources (See Annex V).



Φράγματα, Κατασκευές & Χρήσεις

Top five χώρες

Κίνα: 22 000 μεγάλα φράγματα
(~ 50% του συνόλου, πριν το 1949
μόνο 22)

Ηνωμένες πολιτείες: > 6 390

Ινδία: > 4 000

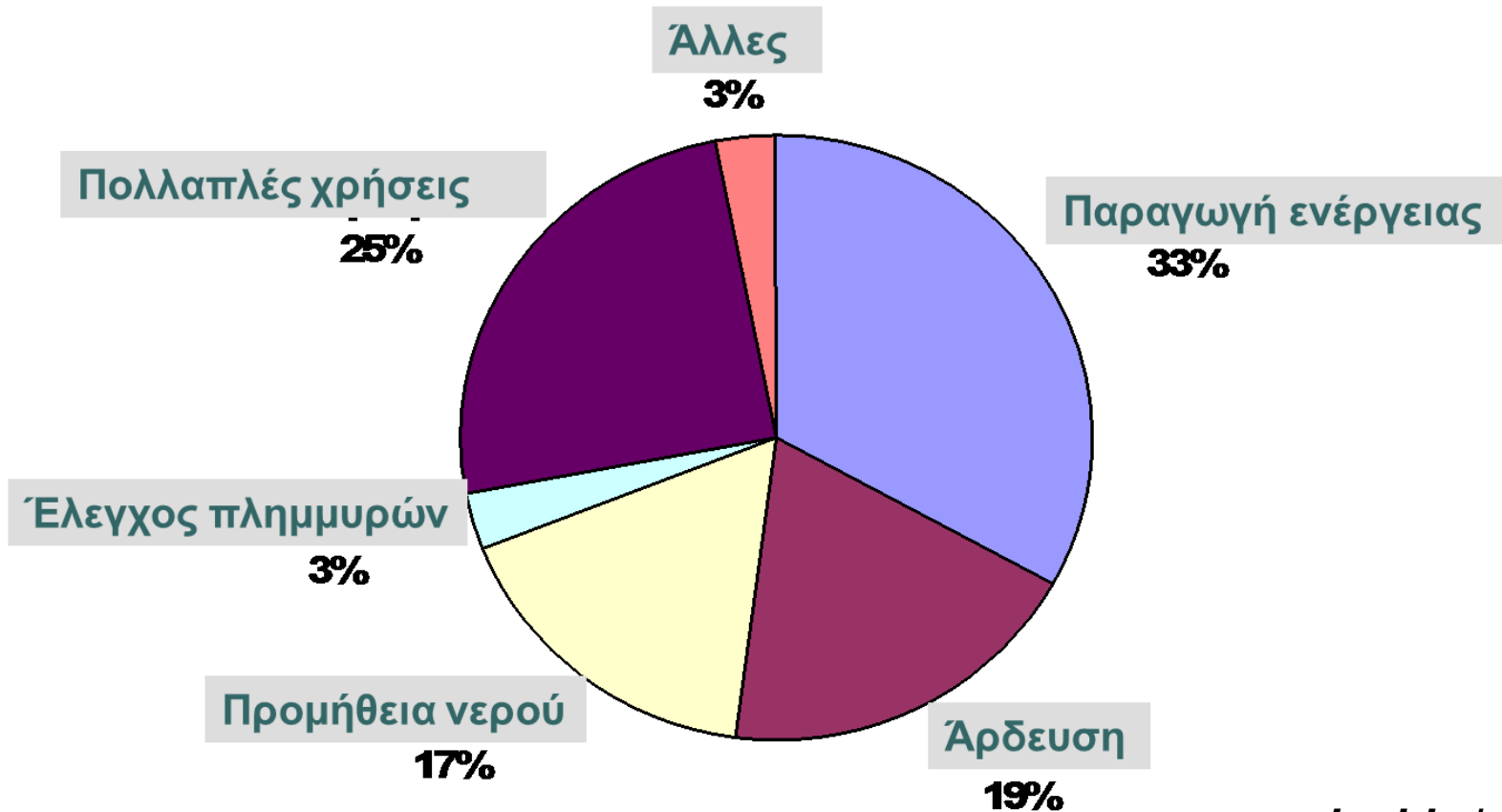
Ισπανία και Ιαπωνία: 1 000 - 1 200

**80% του παγκόσμιου
συνολικού αριθμού
μεγάλων φραγμάτων**



Φράγματα, Κατασκευές & Χρήσεις

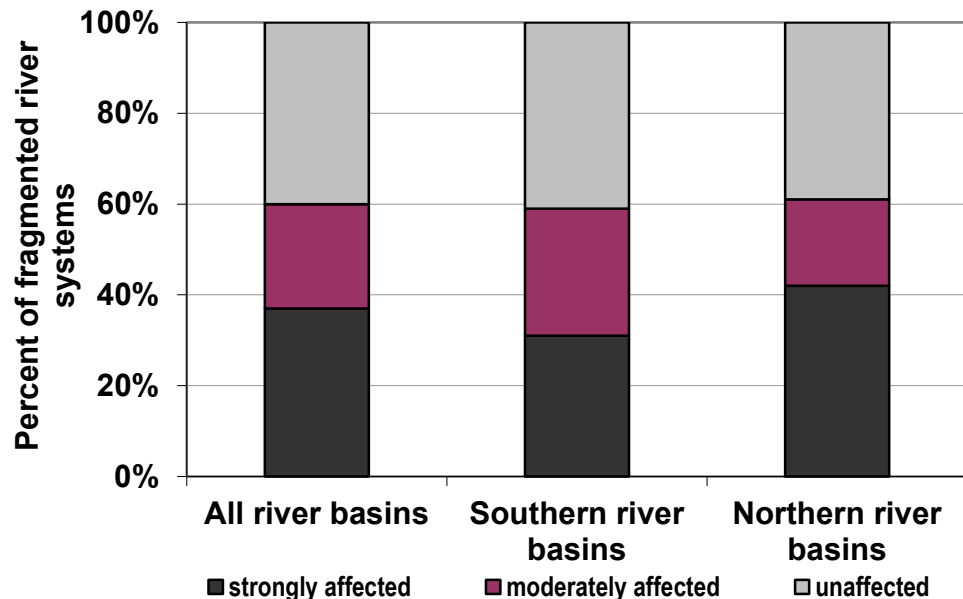
- Χρήσεις φραγμάτων στην Ευρώπη (από ICOLD 1998)



Φράγματα, Κατασκευές & Χρήσεις

~ 60 % από τα 227 μεγαλύτερα ποτάμια συστήματα του κόσμου είναι ισχυρά ή μερικώς τροποποιημένα (highly to moderately fragmented) εξαιτίας φραγμάτων (Revenga et al. 2000, WCD 2000)

River fragmentation in large world river basins (after Revenga et al. 2000)



Φράγματα, Κατασκευές & Χρήσεις

Προβλήματα που σχετίζονται με την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων

Ανάμεσα στους διάφορους παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν στην υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων (ρύπανση, αποψίλωση δασών, υδρομάστευση κλπ), τα φράγματα προκαλούν **μεταβολή της φυσικής ροής και διακοπή της συνέχειας του ποταμού**

Ιδιαίτερη σημασία γιατί τα εσωτερικά νερά:

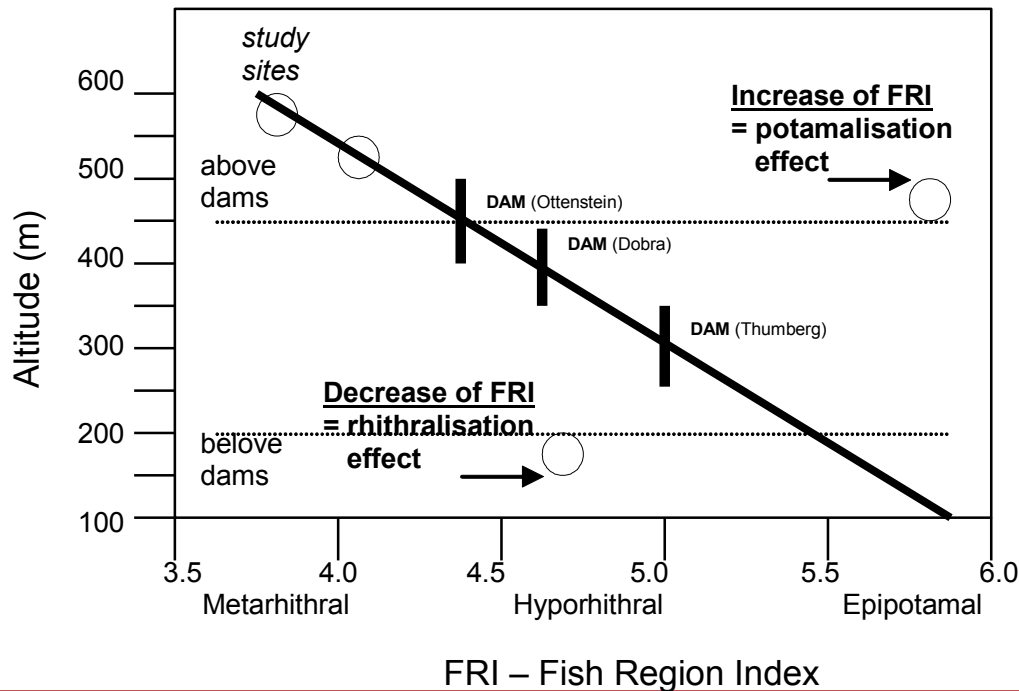
- φιλοξενούν >40% των ειδών ψαριών,
- συμβάλλουν στην ανακύκλωση θρεπτικών, καθαρισμό νερών, έλεγχο πλημμυρών
- τουλάχιστον 20% των ειδών ψαριών των εσωτερικών νερών έχουν εξαφανιστεί ή απειλούνται ή κινδυνεύουν
- Ψάρια = σημαντική πηγή ζωικής πρωτεΐνης για > 1 δισ. ανθρώπους (Αφρική: 21%; Ασία: 28%)
- ποτάμια: καλύπτουν το 6% της παγκόσμιας ζήτησης σε ζωική πρωτεΐνη από ψάρια και τοπικά το 100% (παραποτάμιες κοινότητες)



Επιπτώσεις στην ιχθυοπανίδα

Μεταβολή στη σύνθεση της ιχθυοπανίδας

- ✓ Μετά τη δημιουργία ενός φράγματος 'potamalisation effect' ευνοούνται τα λιμνόφιλα-ρεόφιλα είδη (είδη της ζώνης του 'πόταμον'),
- ✓ Στο τμήμα του ποταμού κατάντη των φραγμάτων 'rithralisation effect', ευνοούνται τα ρεόφιλα είδη (είδη της ζώνης του 'ρείθρον'), (Jungwirth et al., 1995)



(Schmutz et al. 2000)



Φράγματα, Κατασκευές & Χρήσεις

Προβλήματα που σχετίζονται με την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων

- ✓ Δημιουργία νέας υδατοσυλλογής (φραγμαλίμνη) μέσα στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού (π.χ. Petts 1984).
- ✓ Μεταβολή της φυσικής ροής του νερού, κατακράτηση ιζήματος καθώς και μεταβολή της εποχικής διακύμανσης της παροχής (π.χ. Varosmarty & Sahagian 2000).
- ✓ Μεταβολές λειτουργιών σε επίπεδο οικοσυστήματος: κύκλοι θρεπτικών αλάτων και πρωτογενούς παραγωγικότητας (π.χ. Pringle 1997, Rosenberg et al. 1997).
- ✓ Διάσπαση της συνέχειας των οικοσυστημάτων (π.χ. Dynesius & Nilsson 1994) και κατά συνέπεια απομόνωση της πανίδας (π.χ. Dudgeon 2000, Pringle et al. 2000).
- ✓ Περιορισμός ή και απώλεια των πλημμυρικών περιοχών και της παρυδάτιας ζώνης στα τμήματα του ποταμού κάτω από το φράγμα (π.χ. Nilsson & Berggren 2000).



Φράγματα, Κατασκευές & Χρήσεις

Προβλήματα που σχετίζονται με την κατασκευή μεγάλων φραγμάτων

- ✓ Περιορισμός ή και απώλεια των δελταϊκών και εκβολικών περιοχών των ποταμών (e.g. Rosenberg et al. 1997, π.χ. Chao 1991, 1995).
- ✓ Περιορισμός των αρδευόμενων περιοχών (π.χ. McCully 1996).
- ✓ Υδρομάστευση των ποταμών, φαινόμενα ευτροφισμού, ρύπανσης (π.χ. Gillian & Brown 1997, Postel 1998,).
- ✓ Γενετική απομόνωση εξαιτίας της καταστροφής της συνέχειας του ποταμού (π.χ. Pringle 1997, Neraas & Spruell 2001).
- ✓ Υβριδισμός, ειδοπλασία (π.χ. Balon, 1992).
- ✓ Επίδραση στη βιοποικιλότητα (π.χ. Rosenberg et al. 1977, Master et al. 1998, Richter et al. 1998, Wilcove et al. 1998).
- ✓ Επιτάχυνση της απελευθέρωσης αερίων (CO₂, CH₄) από τις φραγμαλίμνες (π.χ. Duchemin et al. 1995, Rosenberg et al. 1997).

(Lapinska, 2005)



Επιπτώσεις στην ιχθυοπανίδα

Η κατασκευή φράγματος (φυσικό εμπόδιο) εμποδίζει την ελεύθερη μετακίνηση των υδρόβιων οργανισμών και κυρίως των ψαριών

- ✓ Μεταβολή στη σύνθεση της ιχθυοπανίδας ανάντη και κατόντη του φράγματος
- ✓ Μεταναστευτικά είδη ψαριών δεν μπορούν να φτάσουν στα πεδία αναπαραγωγής (ανάδρομα είδη π.χ. σολομός; κατάδρομα είδη π.χ. χέλι)
- ✓ Μείωση ποικιλότητας ειδών (περιορίζουν το χώρο εύρεσης τροφής και αναπαραγωγής των ψαριών)
- ✓ Υποβάθμιση πεδίων αναπαραγωγής εξαιτίας +/- παροχής
- ✓ Πρόκληση θανάτου πληθυσμών ορισμένων ανάδρομων ειδών (*Alosa*, *Salmonidae*, *Acipenseridae*)
- ✓ Απώλειες στο προνυμφικό στάδιο των ψαριών (κατά την προσπάθεια να περάσουν πάνω ή μέσα από τα φράγματα)

Απώλεια ειδών (π.χ. Columbia River, US)

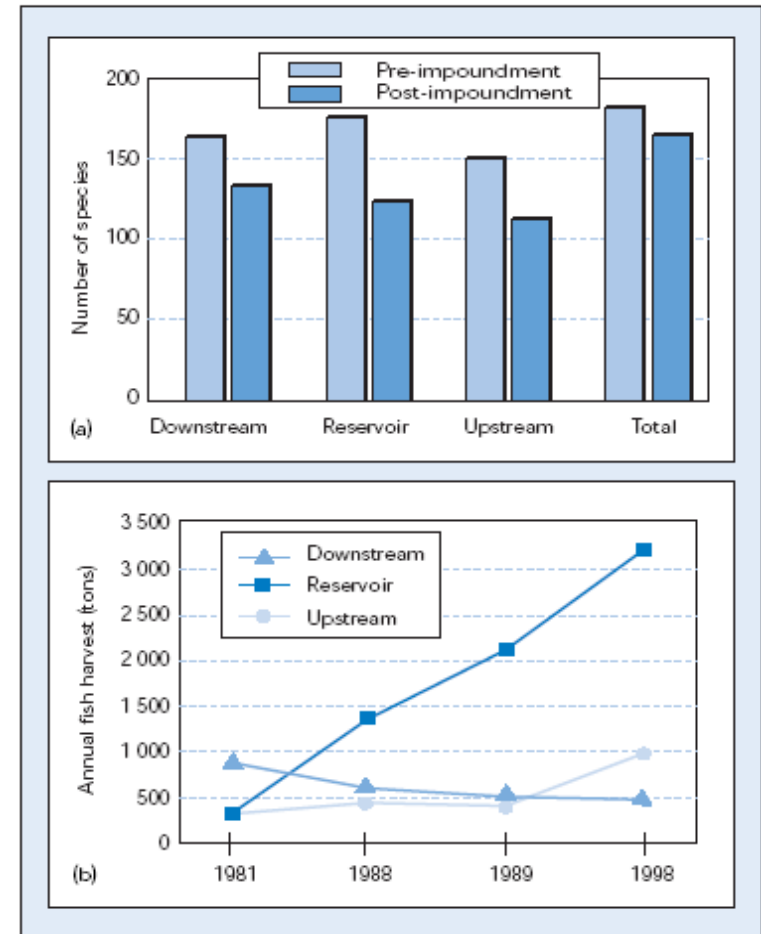


Επιπτώσεις στην ιχθυοπανίδα

Επιπτώσεις στη σύνθεση και την αλιευτική παραγωγή



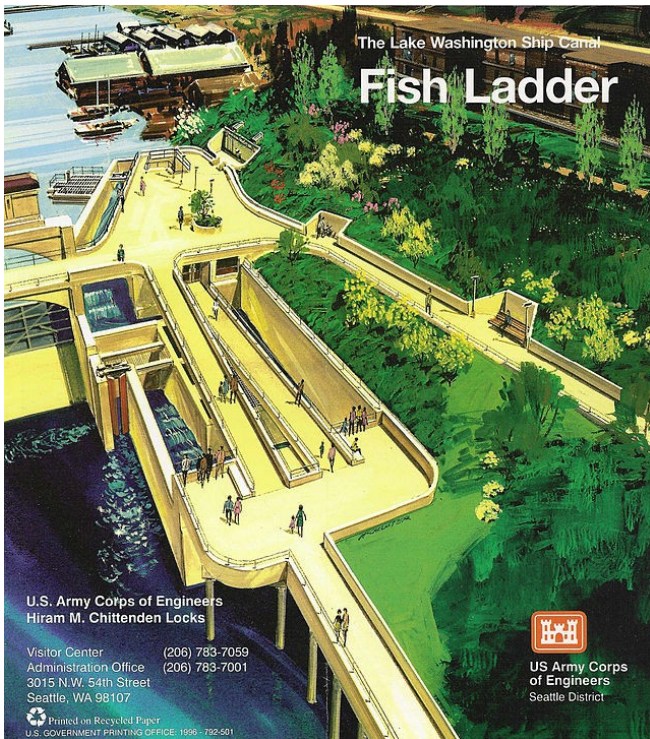
Figure 3.5 Decline in species numbers but increase in fisheries productivity, Tucuruí (a&b)



Source: WCD Tucuruí Case Study.

Εξασφάλιση ελευθεροεπικοινωνίας

- Με σκάλες ανόδου



The cover of the U.S. government pamphlet "Lake Washington Ship Canal Fish Ladder" depicts the fish ladder at the locks. Source:

http://en.wikipedia.org/wiki/Hiram_M._Chittenden_Locks#mediawiki/File:Lake_Washington_Ship_Canal_Fish_Ladder_pamphlet_01.jpg US Federal Government 1996, in the public domain

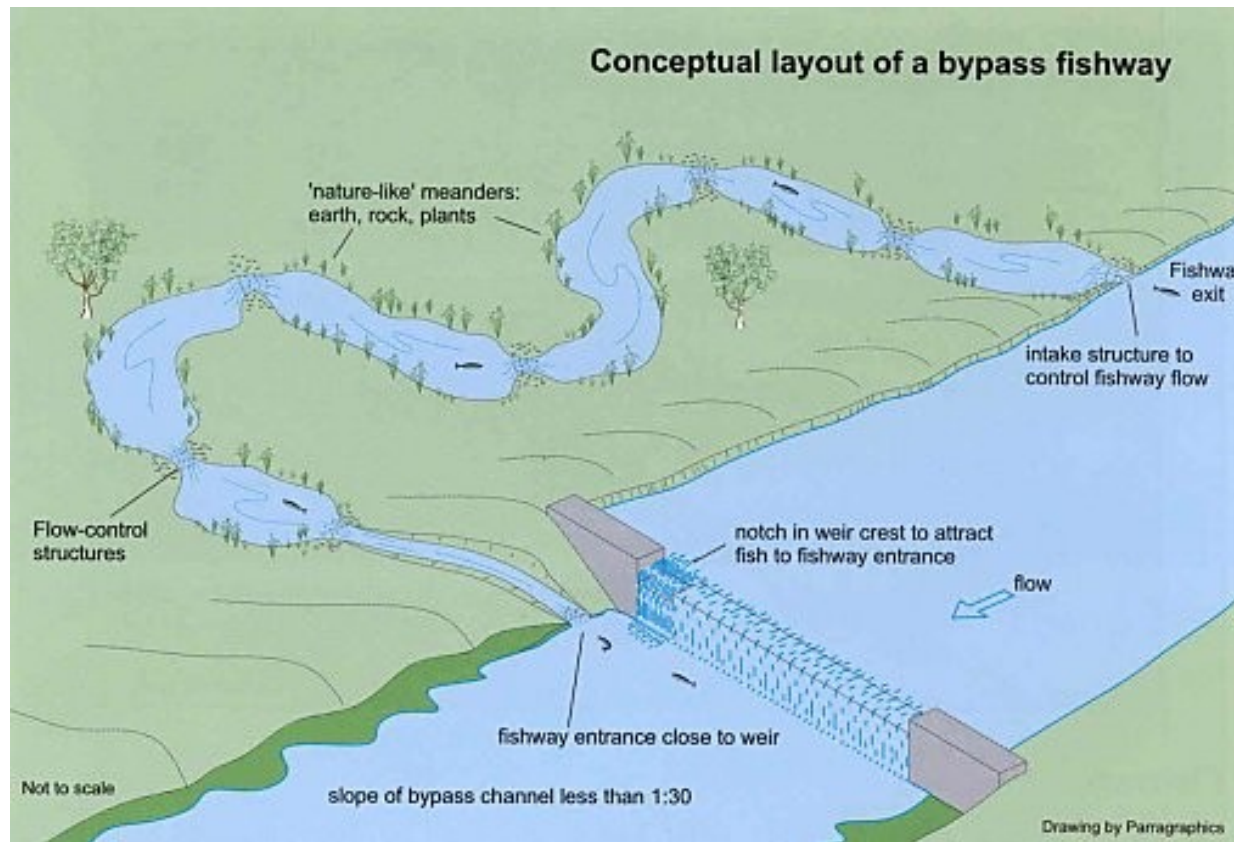
Nishiōtaki Dam ([ja:西大滝ダム](http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9C%AC%E5%A4%A7%E6%B3%96)) is TEPCO's dam for electric power generation, Source:

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bf/Nishiotaki_Dam_fish_ladder.jpg Qurren, 2007, CC-BY-SA



Εξασφάλιση ελευθεροεπικοινωνίας

- Με δημιουργία παράπλευρου καναλιού

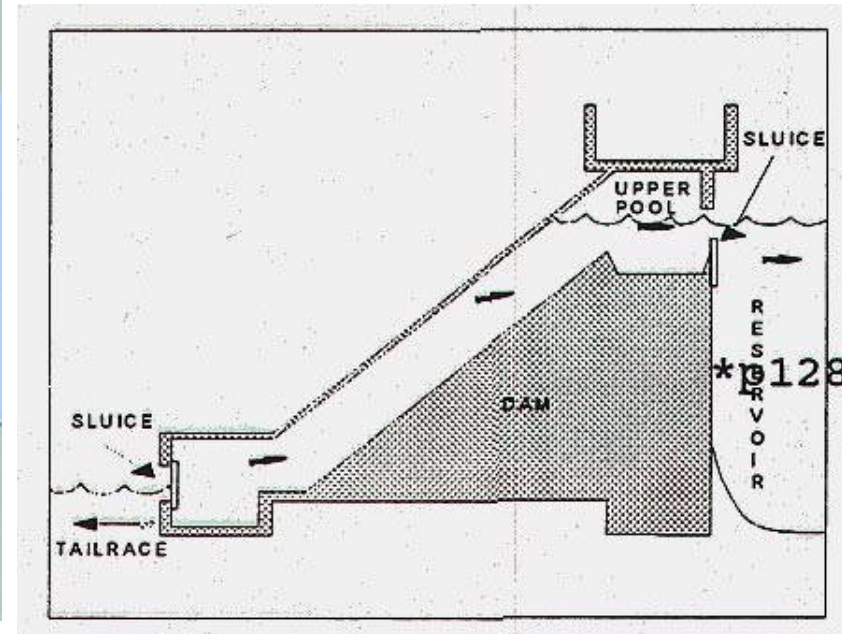
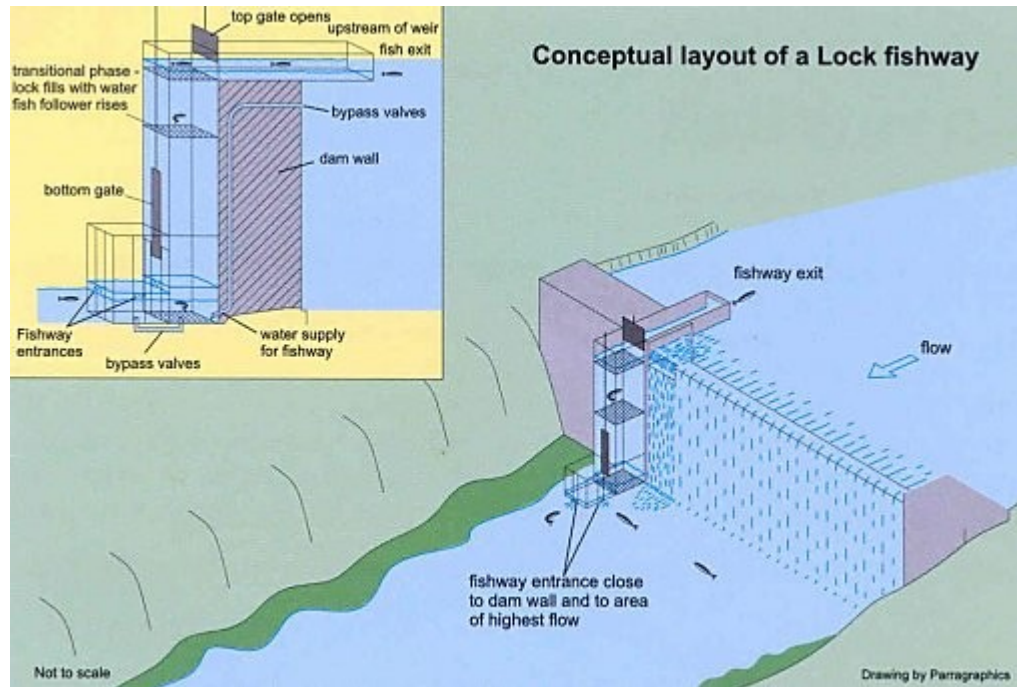


Layout of a bypass fishway,
Source:
<http://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/image/0006/185730/fishway-5.jpg>, © State of New South Wales through Department of Trade and Investment, Regional Infrastructure and Services



Εξασφάλιση ελευθεροεπικοινωνίας

- Με ανελκυστήρα



Vertical fish lift, Source:

http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/image/0004/185728/fishway-3.jpg, © State of New South Wales through Department of Trade and Investment, Regional Infrastructure and Services

Borland Fish lift,

Source: <http://www.snh.org.uk/publications/online/advisorynotes/37/37.htm>

Φραγμαλίμνες

Τι συμβαίνει στις φραγμαλίμνες (reservoir)?



[Amagase Dam](http://en.wikipedia.org/wiki/Amagase_Dam#mediaviewer/File:Amagase_Dam.jpg) and reservoir, Source: http://en.wikipedia.org/wiki/Amagase_Dam#mediaviewer/File:Amagase_Dam.jpg , , CCFarmer, 2007, CC-BY-SA



Φραγμαλίμνες

Σύγκριση με φυσικές λίμνες

- ✓ μεγαλύτερες
- ✓ μεγαλύτερη λεκάνη απορροής
- ✓ βαθύτερες
- ✓ μικρότερος χρόνος ανανέωσης νερού
- ✓ υψηλότερος ρυθμός εισόδου θρεπτικών

Variable	Natural Lakes n = 309	Reservoirs n = 107	World Reservoirs n = 113
Drainage area (km ²)	222	3,228	1,281
Lake area (km ²)	6	34	13
Catchment Area: Lake Area	33	93	166
Maximum depth (m)	11	20	30
Mean depth (m)	4	7	10
Water residence time (yr)	0.7	4	1.1
Areal water load (m yr ⁻¹)	6.5	19	ND
P-loading (g m ⁻² yr ⁻¹)	0.9	1.7	1.3
N-loading (g m ⁻² yr ⁻¹)	18	28	ND

Cooke et al. 1986, Thornton & Rast 1993



Φραγμαλίμνες

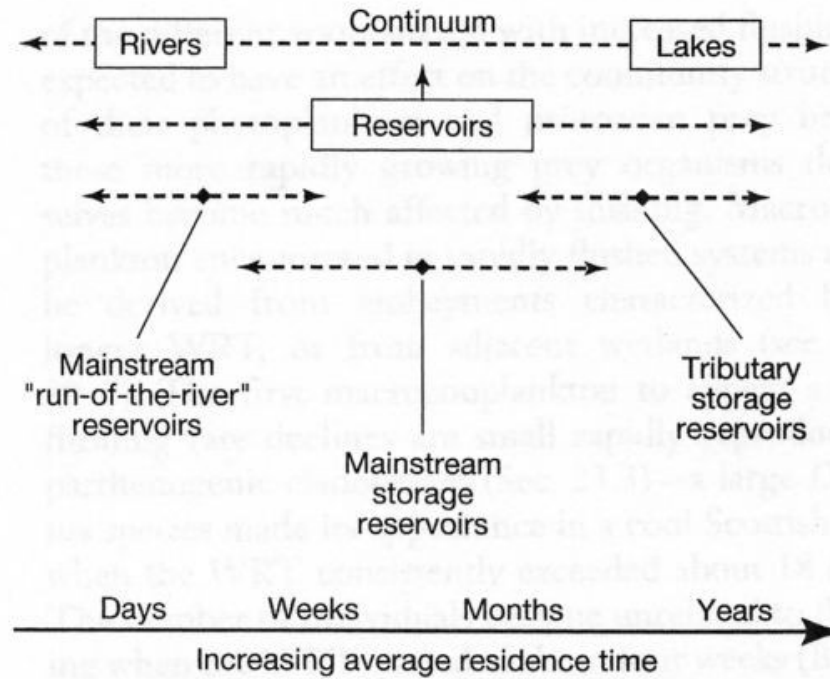
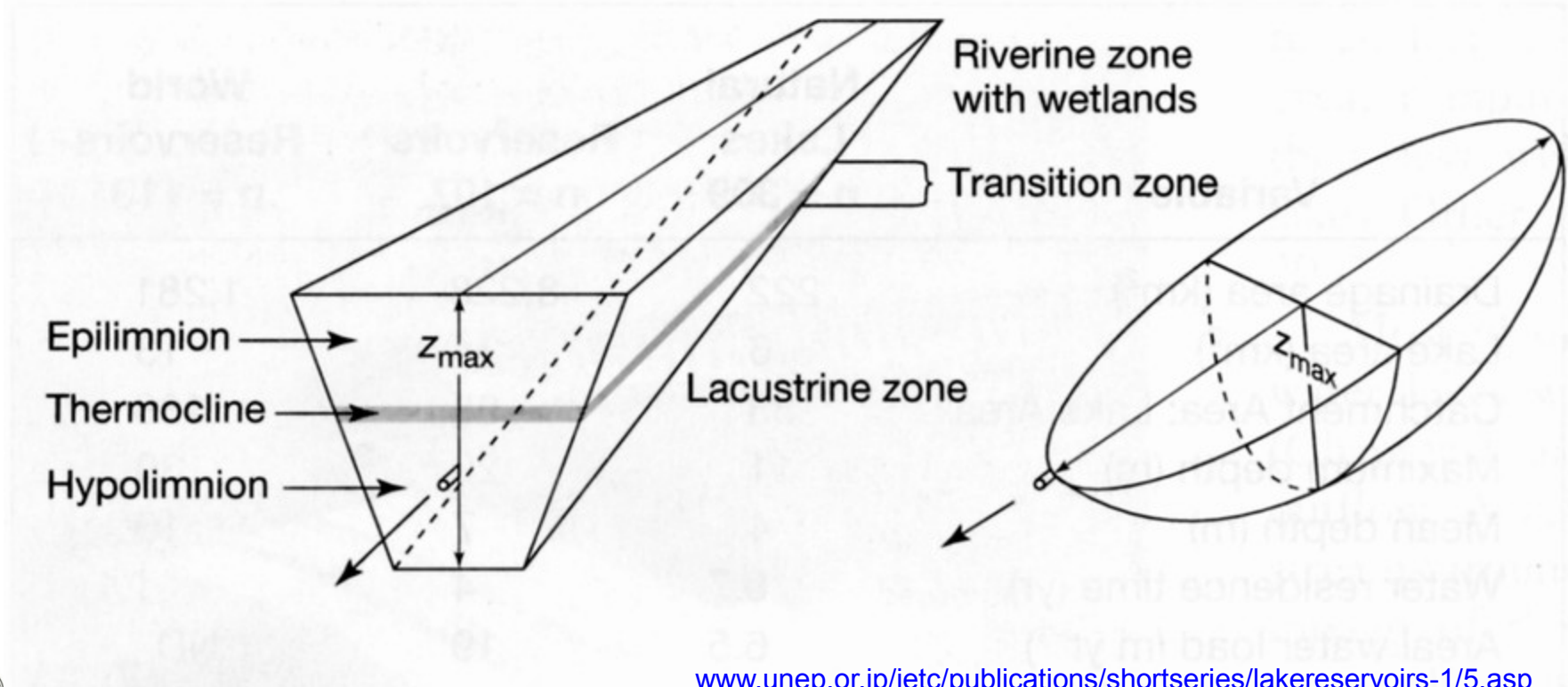


Figure 29–6 Reservoirs occupy an intermediate position between rivers and natural lakes on a continuum of aquatic ecosystems. The extent of riverine influence and the hydraulic retention time determine the relative positions of impoundment types (e.g., mainstream run-of-the-river, mainstream storage, tributary storage) along the river–lake continuum. (Modified after Kimmel and Groeger 1984.)



Φραγμαλίμνες

Ζώνωση



www.unep.or.jp/ietc/publications/shortseries/lakereservoirs-1/5.asp

Φραγμαλίμνες

Ζώνωση Βαθιάς Φραγμαλίμνης



Έντονη
οριζόντια
μεταφορά
νερού και
σωματιδιακή
θολερότητα

Μείωση
ταχύτητας και
θολερότητας,
αύξηση
εναπόθεσης
ιζημάτων

Παρόμοια
χαρακτηριστικά
με φυσικές
λίμνες

Longitudinal zonation of water quality and other variables in reservoirs, Source:
[http://www.unep.or.jp/ietc/publications/short_series/lakereservoirs-1/img/14-
img2.gif](http://www.unep.or.jp/ietc/publications/short_series/lakereservoirs-1/img/14-img2.gif) © United Nations Environment Programme



Φραγμαλίνες

Περιβάλλον:

- ✓ Απουσία ανώτερων φυτών
- ✓ Μικρές συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού
- ✓ Εισροή οργανικής ύλης από ξηρά
- ✓ Ύπαρξη κενών τροφικών οικολογικών θώκων
- ✓ Μικρότερος αριθμός ειδών ψαριών
- ✓ Αστάθεια περιβάλλοντος



Φραγμαλίμνες

Ιχθυοπανίδα:

- Ποτάμιας προέλευσης
- Επιβίωση κυρίως λιμνόφιλων ειδών (μεταβολή της σύστασης της ιχθυοπανίδας από ρεόφιλα σε λιμνόφιλα είδη)
- Αύξηση πλαγκτοφάγων ειδών εξαιτίας της μεγαλύτερης αφθονίας πλαγκτού
- Μεταβολή της σύστασης της ιχθυοπανίδας εξαιτίας της εισαγωγής μη αυτόχθονων ή εξωτικών ειδών (εμπλουτισμοί)

σημαντικότερος παράγοντας διαμόρφωσης της ιχθυοπανίδας των φραγμαλιμνών

έλλειψη μόνιμης υδρόβιας βλάστησης (υπόστρωμα ανάπτυξης πολλών υδρόβιων οργανισμών, αναπαραγωγικό υπόστρωμα για πολλά είδη ψαριών)



Προτεινόμενη Βιβλιογραφία

- Cowx, I.G. & R. L. Welcomme, 1998. Rehabilitation of rivers for fish. Fishing News Books 260 p.
- Giller, P.S. & B. Malmqvist, 2000. The biology of streams and rivers. OXFORD Univ. Press. 296 p.
- Lapinska, M., 2005. Damming impact on fish in European rivers. Εισήγηση ειδικής συνεδρίας 'Φραγμαλίμνες: Περιβαλλοντικές αλλαγές και διαχείριση'. 12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Δράμα 13-16 Οκτωβρίου 2005.
- World Commission on Dams, 2000. Dams and development: a new framework for decision making. Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA 356 p.



Βιβλιογραφία

- Revenge, C., Brunner, J., Henniger, N., Kassem, K., and R. Payner, 2000: Pilot Analysis of Global Ecosystems, Freshwater Systems, World Resources Institute, Washington, DC.
- WCD (World Commission on Dams), 2000: Dams and Development: A New Framework for Decision-Making, World Commission on Dams, Earthscan, London, UK.
- Jungwirth, M., Muhar, S., Schmutz, S. 1995: The effect of recreated instream and ecotone structures in the fish fauna of an apipotamal river. In: Schiemer, F., Zalewski, M., Thorpe, J. [Eds] The importance of aquatic-terrestrial ecotones for freshwater fish. Developments in hydrobiology 105, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London, pp: 195-206
- Schmutz, S., Kaufmann, M., Vogel, B., Jungwirth, M., Muhar, S. 2000: A multilevel concept for fishbased river type specific assessment of ecological integrity. Hydrobiologia, 422-423 pp: 279-289
- Petts G.E. 1984. Impounded rivers. Chichester: John Wiley and Sons, 326 pp.
- Vörösmarty CJ, Sahagian D. 2000. Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. BioScience.
- Rosenberg DM, Berkes F, Bodaly RA, Hecky RE, Kelly CA, Rudd JWM. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. Environmental Reviews 5: 27-54.
- Pringle CM. 1997. Exploring how disturbance is transmitted upstream: Going against the flow. Journal of the North American Benthological Society 16: 425-438.
- Dynesius M, Nilsson C. 1994. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. Science 266: 753-762.
- Dudgeon D. 2000. Going with the flow: Large-scale hydrological changes and prospects for riverine biodiversity in tropical Asia. BioScience.
- Pringle CM, Freeman MC, Freeman BJ. 2000. Landscape-scale effects of hydrological alterations on riverine macrobiota in the New World: Tropical-temperate comparisons. BioScience.
- Nilsson C, Berggren K. 2000. Alterations of riparian ecosystems resulting from river regulation. BioScience.
- Chao BF. 1991. Man, water and global sea level. EOS, Transactions of the American Geophysical Union 72: 492.
- Chao BF. 1995. Anthropogenic impact on global geodynamics due to reservoir water impoundment. Geophysical Research Letters 22: 3529-3532.
- McCully P. 1996. Silenced Rivers. The Ecology and Politics of Large Dams. London: Zed Books.
- Neraas L.P, Spruell P. 2001. Fragmentation of riverine systems: the genetic effects of dam on bull trout (*Salvelinus confluentus*) in the Clark Fork River system. Molecular Ecology 10(5), 1153
- Postel SL. 1998. Water for food production: Will there be enough in 2015? BioScience 48: 629-637.
- Balon E.K. 1992. How dams on the River Danube might have caused hybridisation and



Βιβλιογραφία

- Cooke, G.D. Welch, E.B., Peterson, S.A. Newroth, P.R. 1986: Lake and Reservoir Restoration. 1st ed. Butterworth Publishers, Stoneham, M.A.
- Thornton, J. A. and Rast, W. 1993. 'A test of hypotheses relating to the comparative limnology and assessment of eutrophication in semi-arid man-made lakes' in Straskraba, M. L., Tundisi, J. and Duncan, A. (Eds), Comparative reservoir and Water Quality Management. Kluwer Academic, The Hague. 219 pp
- Master LL, Flack SR, Stein BA. 1998. Rivers of Life: Critical Watersheds for Protecting Freshwater Biodiversity. Arlington (VA): Special Publication of the U.S. Nature Conservancy.
- Richter BD, Braun DP, Mendelson MA, Master LL. 1998. Threats to imperiled freshwater fauna. Conservation Biology 11: 1081-1093.
- Wilcove DS, Rothstein D, Dubow J, Phillips A, Losos E. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States. BioScience 48: 607-615.
- Duchemin E, Lucotte M, Canuel R, Chamberland A. 1995. Production of the greenhouse gases CH₄ and CO₂ by hydroelectric reservoirs of the boreal region. Global Biogeochemical Cycles 9: 529-540.
- Rosenberg DM, Berkes F, Bodaly RA, Hecky RE, Kelly CA, Rudd JWM. 1997. Large-scale impacts of hydroelectric development. Environmental Reviews 5: 27-54.
- Lapinska, M. 2005: Damming impact on fish in European rivers. In: Proceedings of 12th Greek Conference of Ichthyologists.





Τέλος Ενότητας 13

Επεξεργασία: Λατινόπουλος Διονύσης
Θεσσαλονίκη, Εαρινό Εξάμηνο 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

