



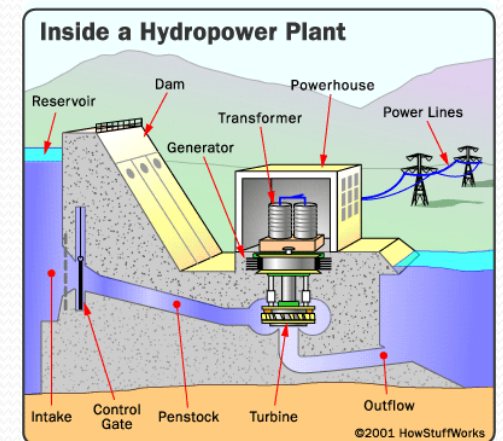
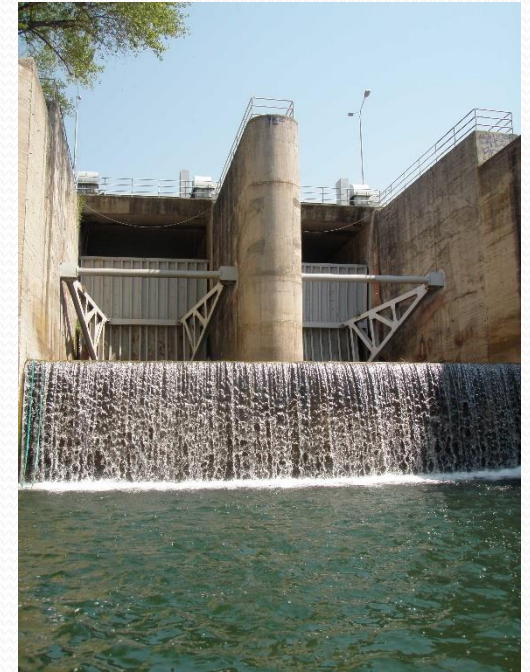
# “The effects of dams on hydrology and the ichthyofauna of river systems: the Nestos case-study”

SAPOUNIDIS A., KAMIDIS N., TRIANTAFILLIDIS S., ARAPOGLOU F.,  
CHRISTIDIS A. & KOUTRAKIS M.

Fisheries Research Institute (F.R.I.)  
Hellenic Agricultural Organization “Demeter”  
Nea Peramos, Kavala  
Greece

# Impact of Dams

- The introduction of barriers represents one of the major factors affecting riverine fish populations, in particular of migratory species.
- Different types of obstacles and barriers (culverts, weirs, bridge aprons, dams, hydropower stations, pumping stations, tidal flaps and sluices) can adversely affect their migration.
- Typical negative effects of barriers include:
  1. the loss of upstream habitats due to restrictions in river continuity,
  2. delays in migration and
  3. last but not least direct mortality at pumping stations, water intakes and, especially for downstream migrating species, hydropower turbines.



# Impact of Dams

**Dams affect the hydrological, biological and ecological characteristics of an aquatic ecosystem**



**Hydrological discontinuity  
Change of river flow status  
Biological isolation  
Decrease of sediment deposits**



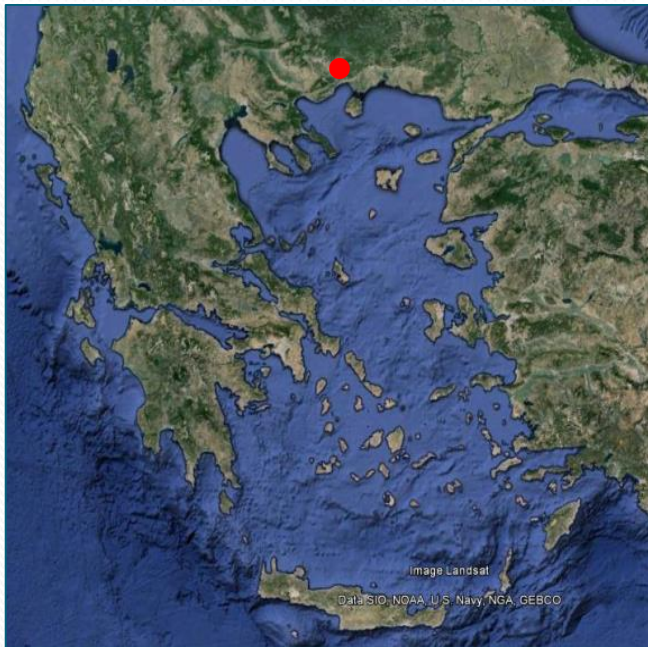
**Habitat loss  
Loss of biodiversity  
Eutrophication  
River Delta Erosion**

# River Nestos Basin: Barriers

## Protected Areas:

- Nestos Gorges (Natura 2000)
- Nestos Delta (Natura 2000, Ramsar)

- Total length: 234 km (140 km)
- Basin area: 5.749 km<sup>2</sup> (2.280 km<sup>2</sup>)



HPP Thisavros



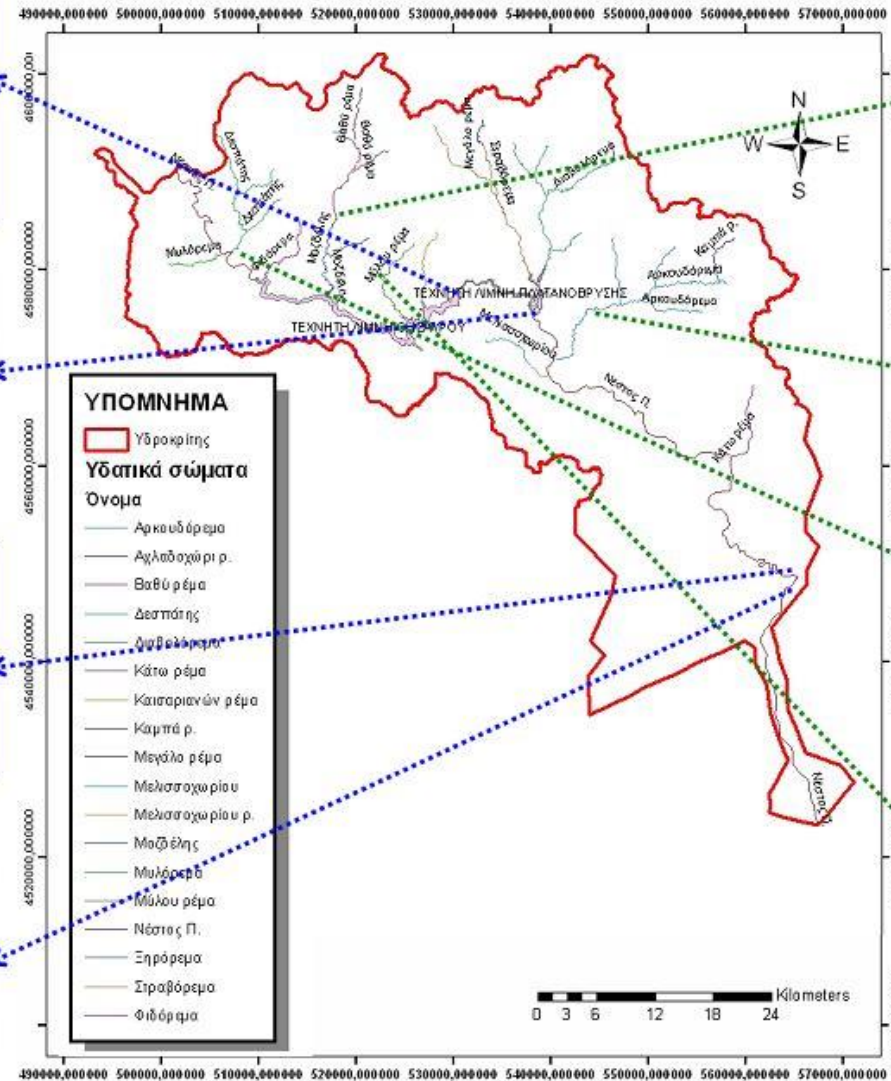
HPP Platanovrysi



Ford Upstream Toxotes



Irrigation dam Toxotes



Small Scale HPP Mousdelis



Ford Arkoudorema



Weir Despatis



Culvert Miloy Rema

# Materials & Methods: Ecological flow estimation

**Table 1. The discharge classes at which the study area was sampled and the corresponding water level values provided by the Toxotes telemetric station.**

	Discharge classes				
	1	2	3	4	5
<b>Rated value (m<sup>3</sup>/s)</b>	5	12	22	32	42
<b>Discharge range (Q) (m<sup>3</sup>/s)</b>	3 - 6	9 - 14	19 - 24	29 - 34	39 - 44
<b>Water level range (W) (m)</b>	0.04 - 0,07	0.1 - 0.17	0.12 - 0.28	0.33 - 0.39	0.45 - 0.51

**Table 2. Classification of HMUs according to their hydrological features and habitat features.**

<b>HMU type</b>	<b>Hydrological features</b>	
Glide	Smooth flow, moderate to high velocity ( $\approx 0.4 - 1$ m/s)	Shallow to deep ( $\approx 0.3 - 0.9$ m)
Riffle	High velocity flow, intense mixing, surface ripples ( $\approx 0.6 - 1.2$ m/s)	Shallow ( $\approx 0.3 - 0.6$ m)
Pool	Low velocity flow (up to 0.4 m/s)	Deep ( $>0.9$ m)
Backwater	Negligible flow velocity ( $\approx 0$ m/s)	Shallow ( $<0.3$ m)

# Materials & Methods: Ecological flow estimation

## Data collection on mesohabitat scale in River Nestos

Specify discrete HMUs

Fish fauna identification & length measurement



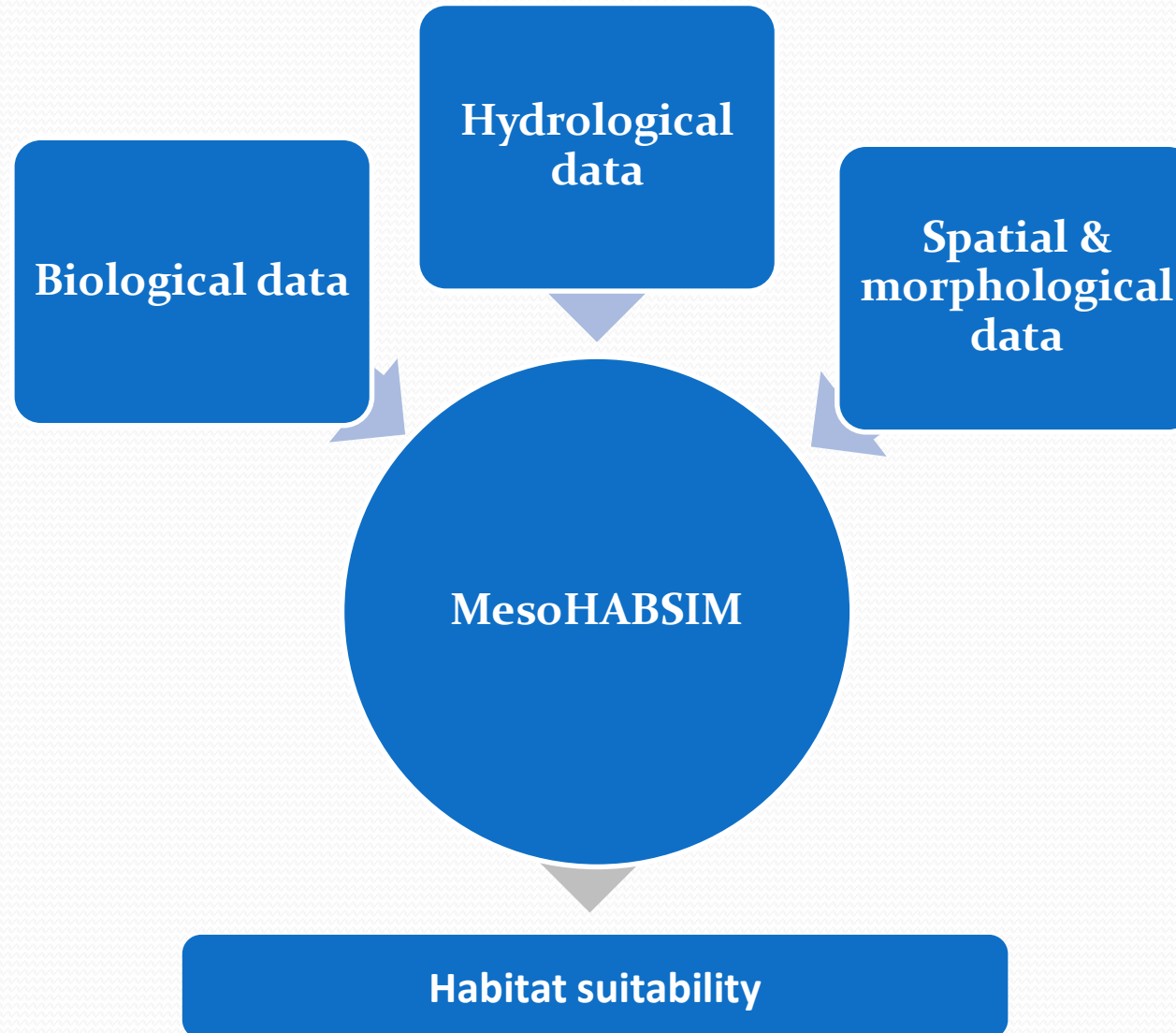
Hydrological data collection (flow rate, depth & substrate granulometry)



Spatial & morphological data (mapping & 19 morphological variables)



# Materials & Methods: Ecological flow estimation



# Results

## Fish fauna composition downstream the Toxotes dam

- 8 families, 13 species

Anguillidae: 1 species, Bleniidae: 1 species, Cyprinidae: 6 species, Cobitidae: 1 species, Nemacheilidae: 1 species, Percidae: 1 species, Poeciliidae: 1 species, Salmonidae: 1 species

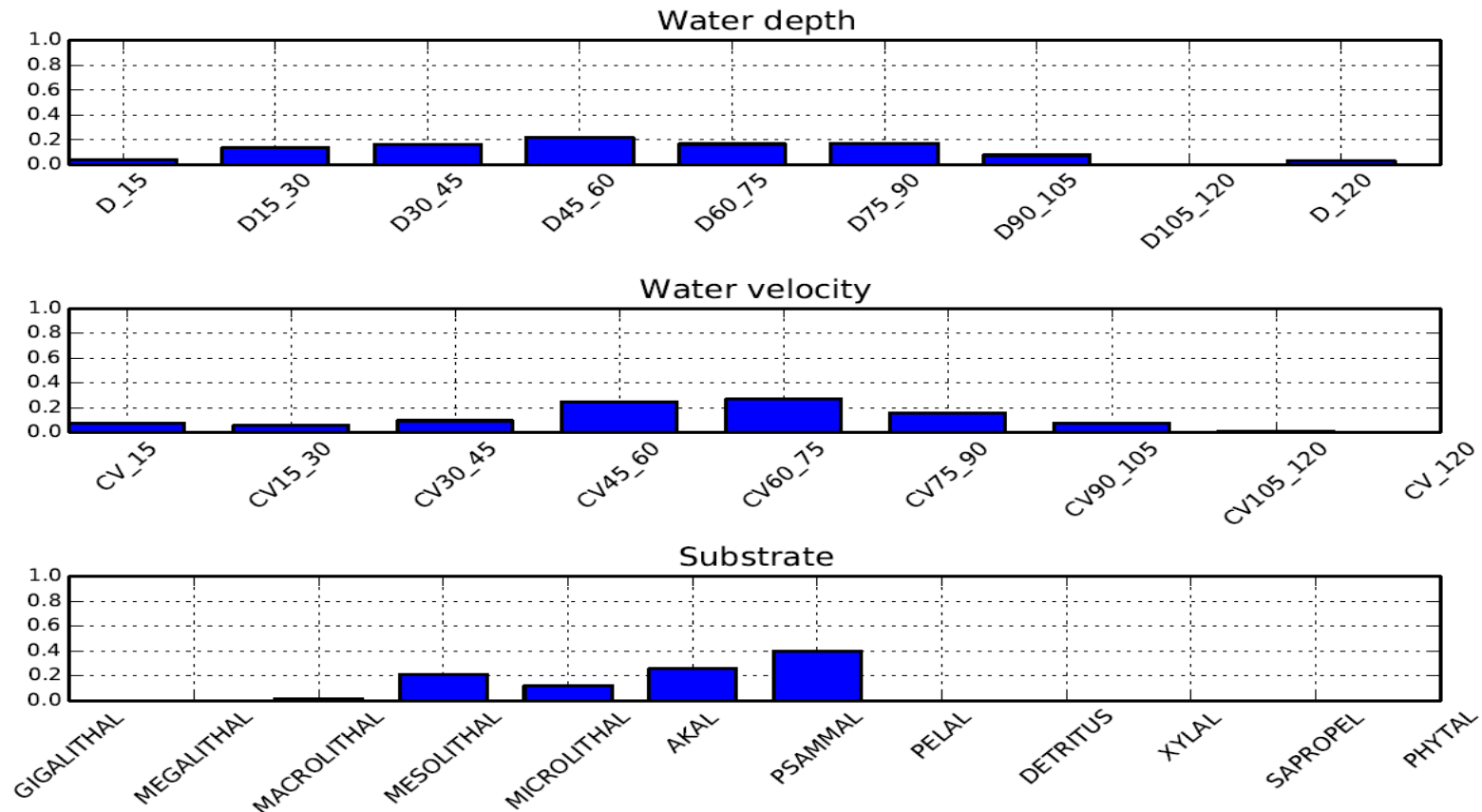
Species	Number of individuals	Percentage
<i>Barbus strumicae</i> *	4,231	56.17
<i>Squalius orpheus</i> *	429	5.70
<i>Rhodeus amarus</i> *	243	3.23
<i>Cobitis strumicae</i>	1,332	17.68
<i>Chondrostoma vardrense</i>	40	0.53
<i>Alburnoides strymonicus</i> *	1,008	13.38
<i>Perca fluviatilis</i>	14	0.19
<i>Gobio vulgaricus</i>	27	0.36
<i>Salaria fluviatilis</i>	49	0.65
<i>Oxynoemacheilus bureschi</i>	150	1.99
<i>Anguilla anguilla</i>	1	0.01
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	6	0.08
<i>Gambusia holbrooki</i>	2	0.03
Total	7,532	100.00



## Hydromorphological model

Quantified hydromorphological variables for each HMU

Entire stretch frequency distributions - Nestos



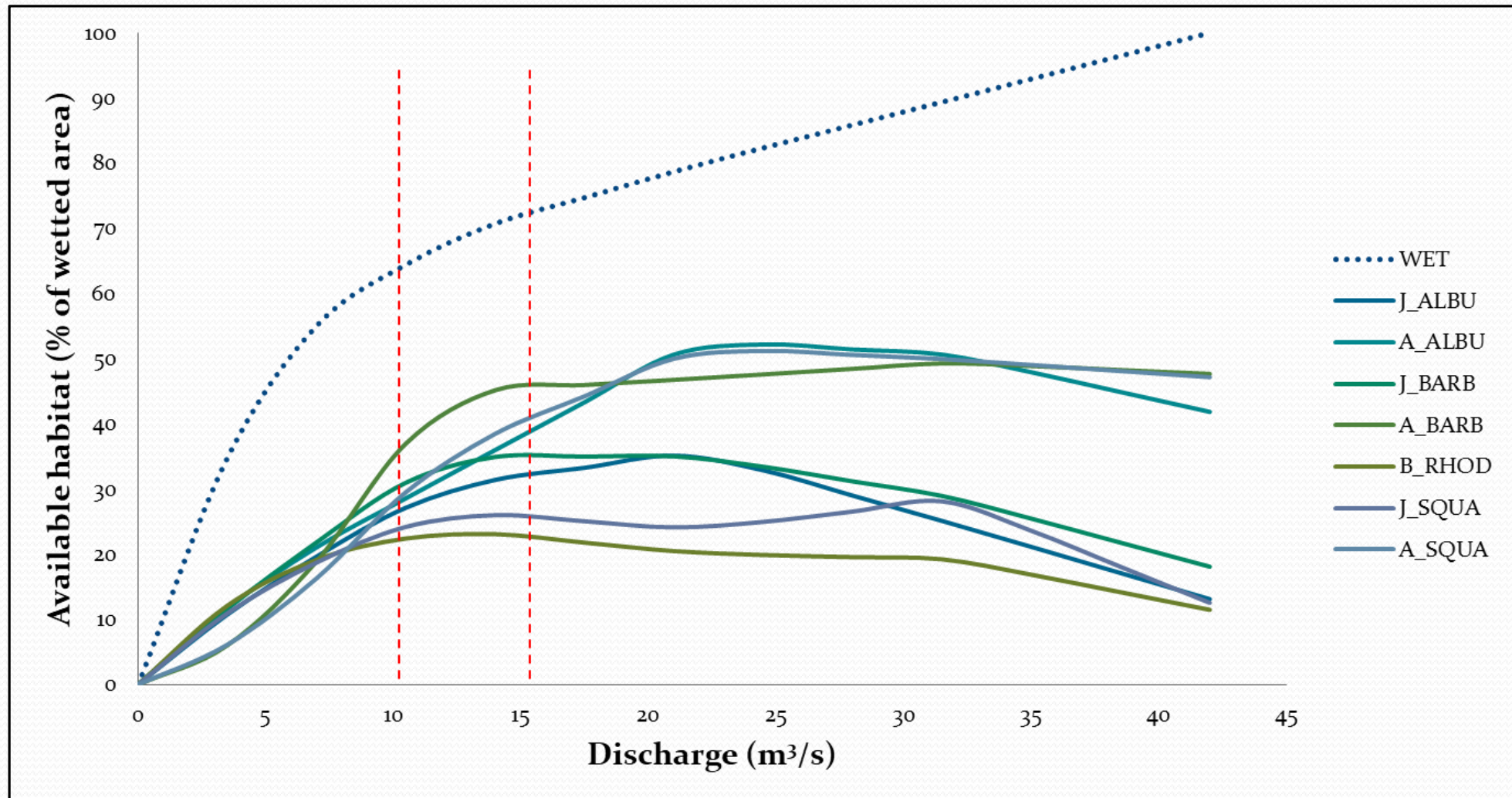
# Results

Area variation of available habitat with flow rates 42, 32, 22, 12 and 5 m<sup>3</sup>/s

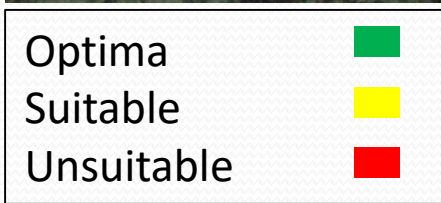


# Results

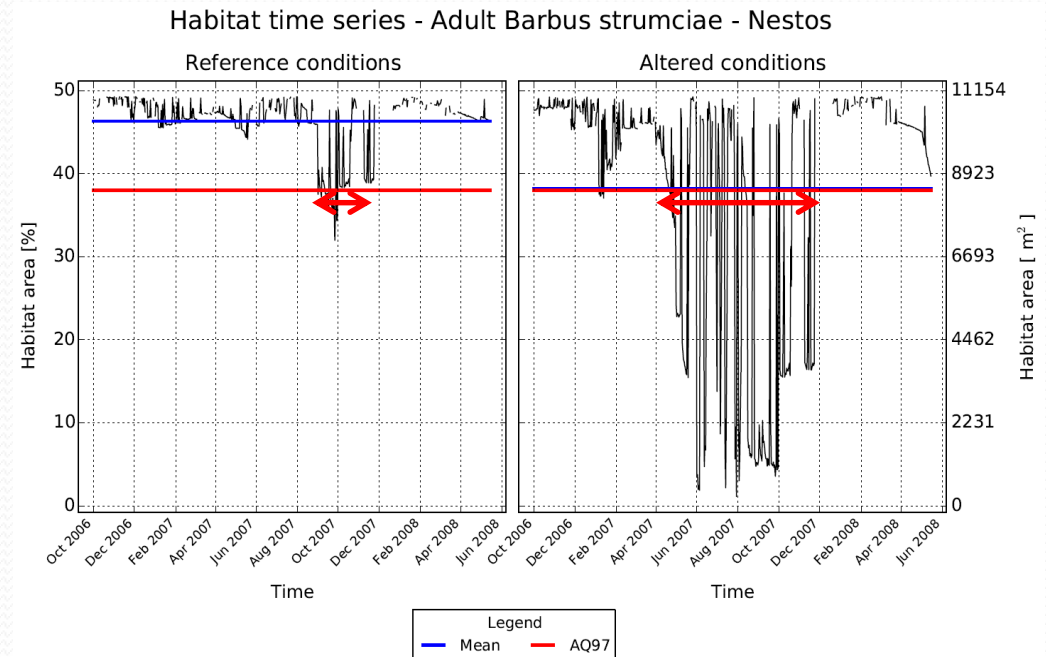
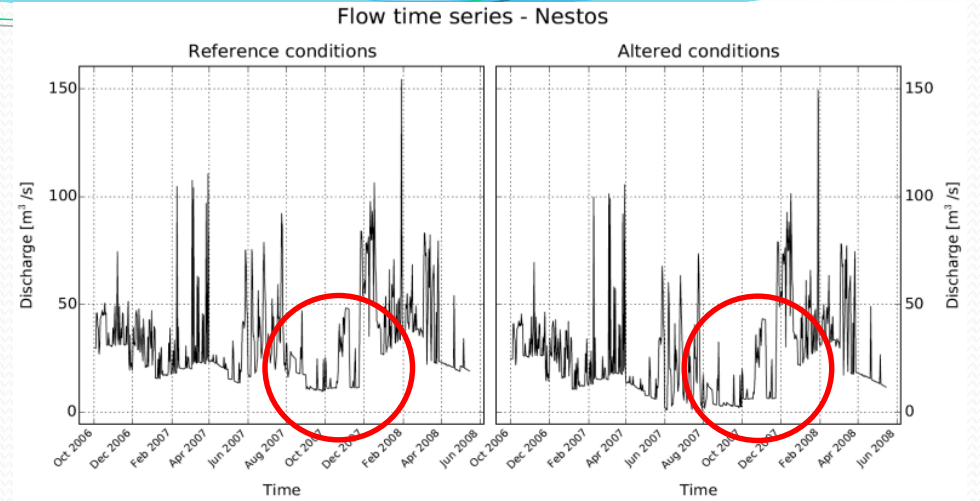
Percentage of available habitat per species and age class on the total wetted area per discharge value



# Results

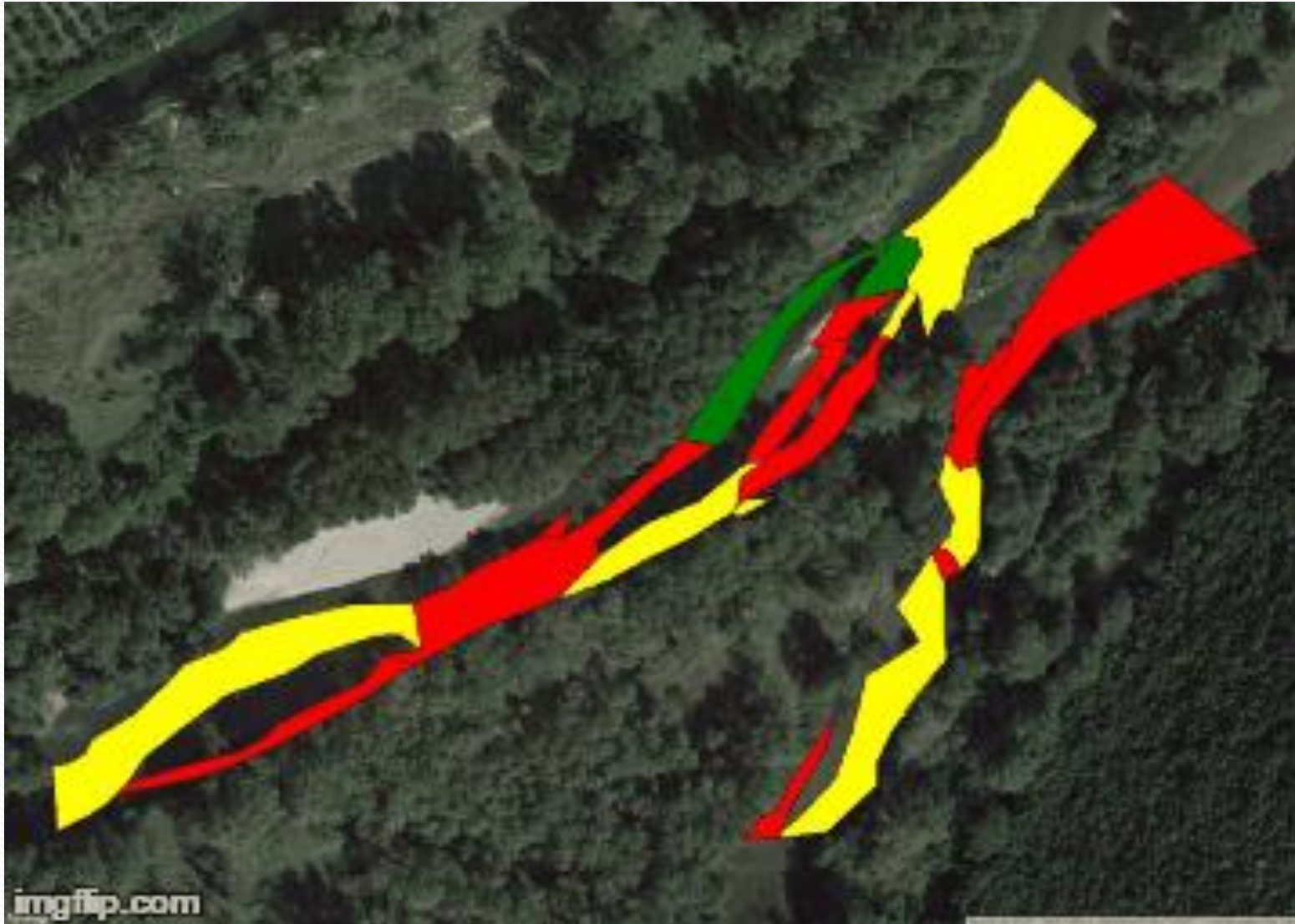





- Determination of minimum available habitat (red line)
- Quantification of habitat loss by comparing reference conditions (upstream) with modified conditions (downstream)



# Results

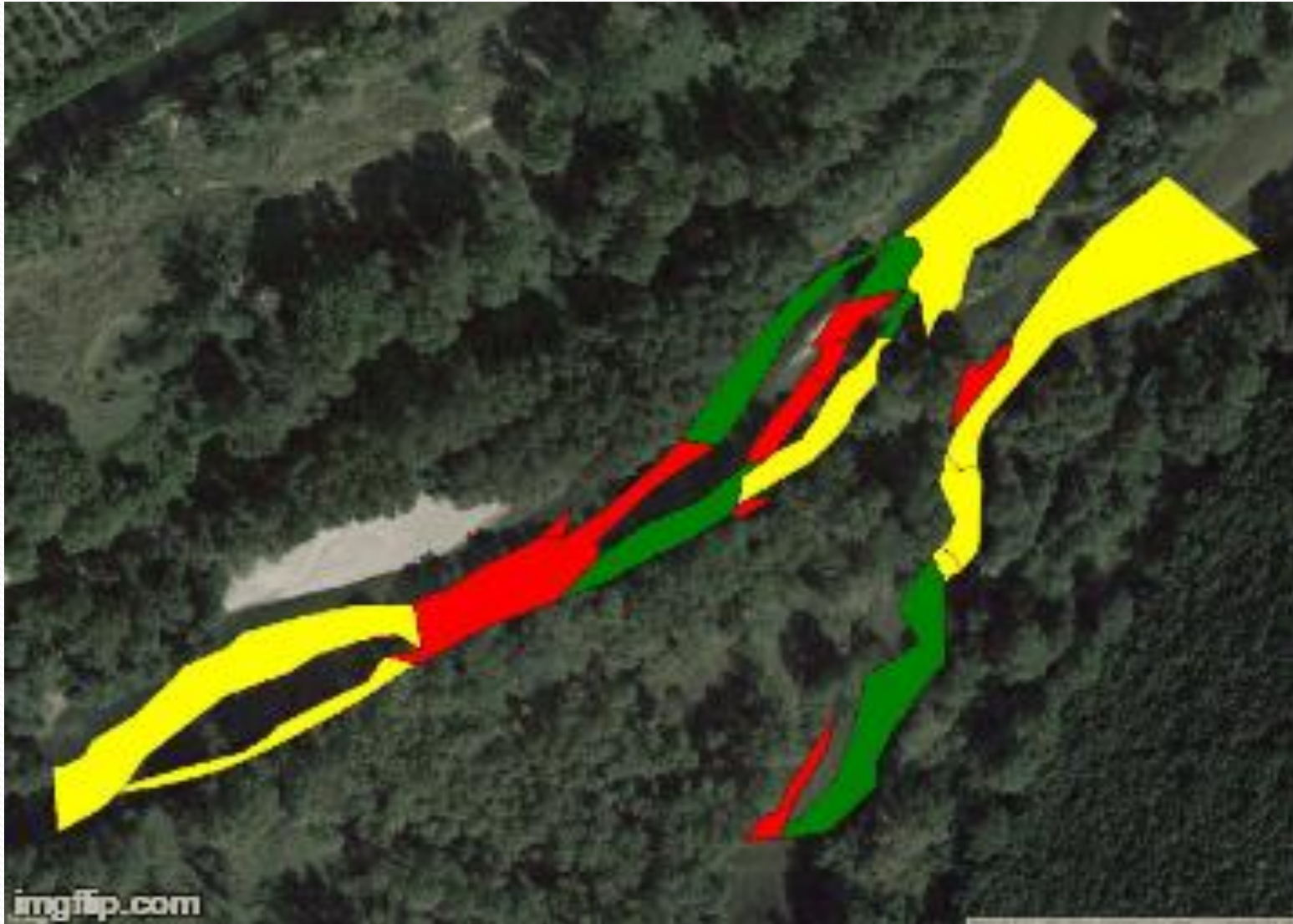
Mesohabitats suitability for *Squalius orpheus* (adult) at 5, 12, 22, 32 and 42 m<sup>3</sup>/s






Optima	
Suitable	
Unsuitable	

# Results

Mesohabitats suitability for *Squalius orpheus* (juvenile) at 5, 12, 22, 32 and 42 m<sup>3</sup>/s

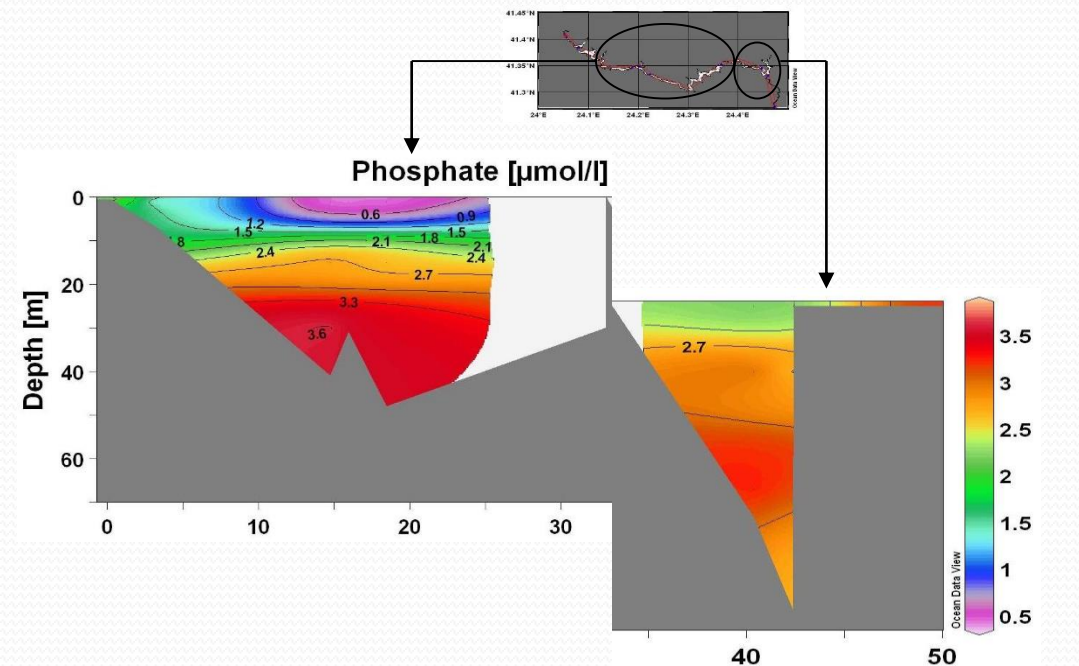
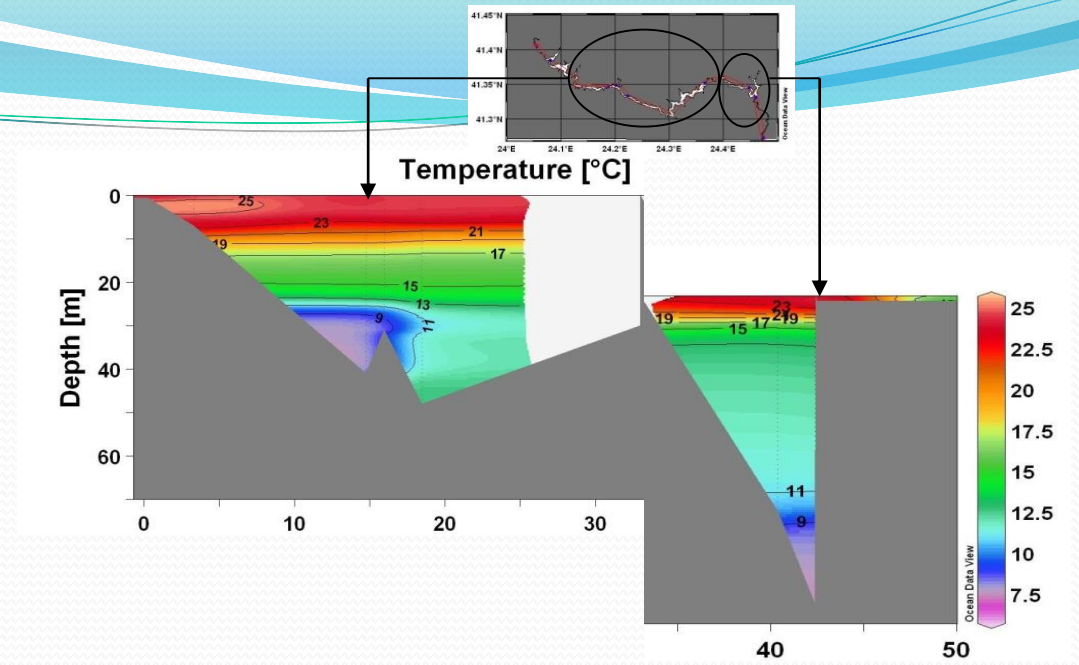


Optima	
Suitable	
Unsuitable	

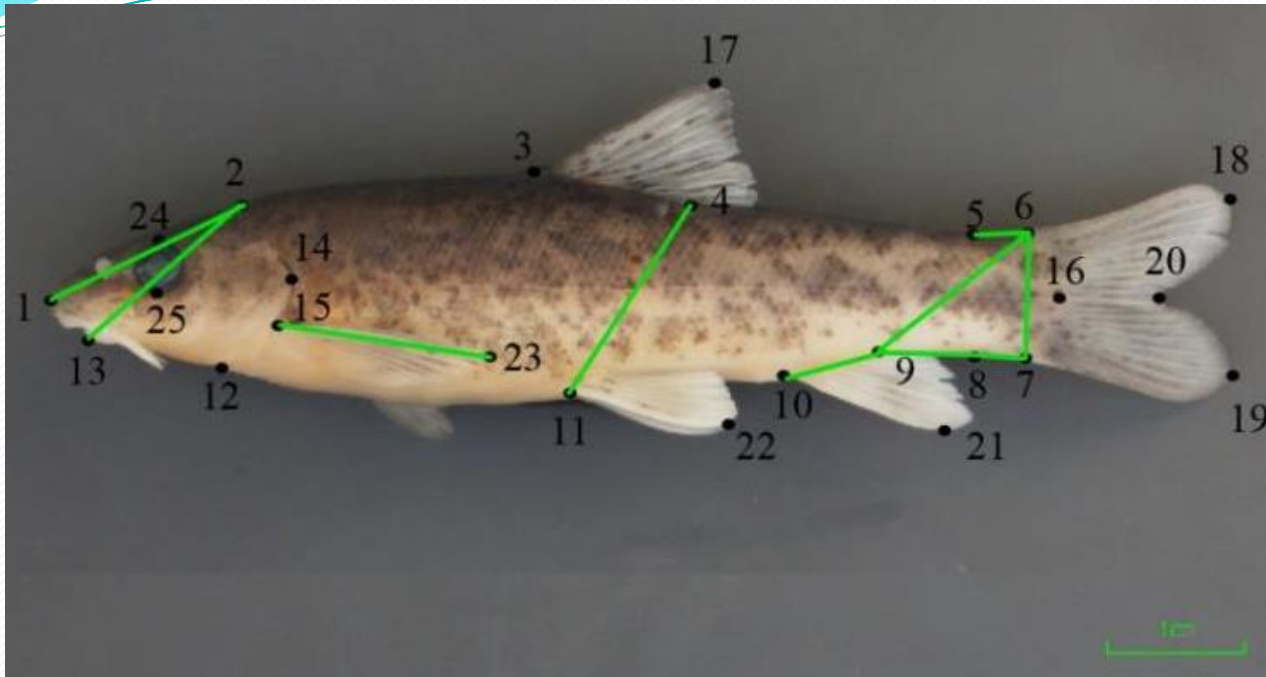
# Results

## *Physicochemical variables*

- The results showed the presence of intense thermal stratification in the dam-lakes during the summer.
- The water temperature downstream of the dams was found to be 9°C lower than the temperature upstream the dams.
- In autumn the water column was relatively homogenized.
- Regarding nutrients, a gradual reduction of nitrates, phosphates, silicates and ammonia has been observed on the surface of the dam-lakes while increasing at the bottom.
- This has as a results reduced concentrations of these nutrients downstream of the dams.
- The suspended solids are permanently retained in the gradients (up to 99%).



# *Barbus strumicae*: Variation in morphological characteristics

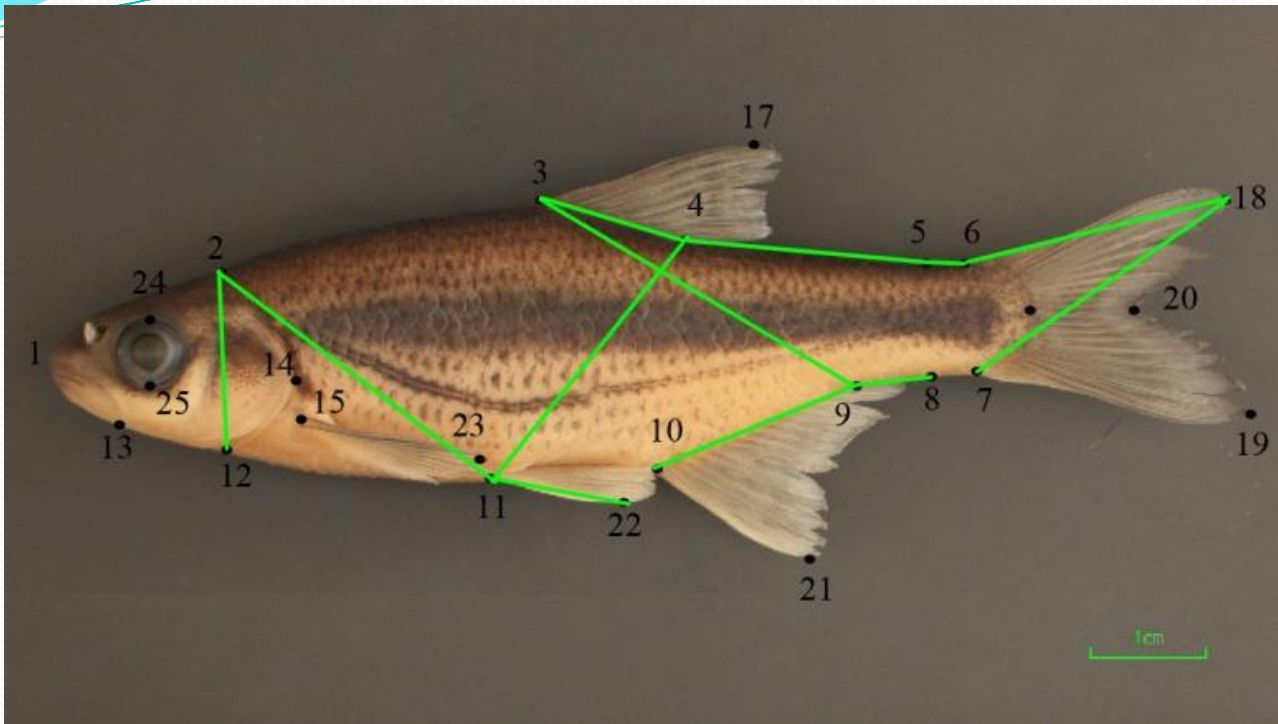


Μέτρηση	Απόσταση	Περιγραφή	Ανάτη πληθυσμός	Κατάντη πληθυσμός
M1	1 – 2	Μήκος κεφαλής	↓	↑
M5	5 – 6	Απόσταση από το ανώτερο σημείο του ελάχιστου ύψους του ουραίου μίσχου έως το ανώτερο σημείο έναρξης του ουραίου πτερυγίου	↑	↓
M6	6 – 7	Ύψος ουραίου μίσχου	↑	↓
M7	7 – 8	Απόσταση από το κατώτερο σημείο του ελάχιστου ύψους του ουραίου μίσχου έως το κατώτερο σημείο έναρξης του ουραίου πτερυγίου	↓	↑
M8	8 – 9	Απόσταση από το τέλος της βάσης του εδρικού πτερυγίου στο χαμηλότερο σημείο του ελάχιστου ύψους του ουραίου μίσχου	↓	↑
M9	9 – 10	Μήκος της βάσης του εδρικού πτερυγίου	↓	↑
M20	2 – 13	Απόσταση από το πίσω μέρος του κρανίου στην αρχή της κάτω γνάθου	↑	↓
M28	4 – 11	Απόσταση από το τέλος του ραχιαίου πτερυγίου στην αρχή του κοιλιακού πτερυγίου	↑	↓
M30	6 – 9	Απόσταση από το ανώτερο σημείο της αρχής του ουραίου πτερυγίου μέχρι το τέλος της βάσης του εδρικού πτερυγίου	↑	↓
M38	15 – 23	Μήκος του θωρακικού πτερυγίου	↑	↓

Variation in morphological characteristics between the upstream and the downstream populations.



# *Alburnoides strymonicus*: Variation in morphological characteristics



Μέτρηση	Απόσταση	Περιγραφή	Ανάτη πληθυσμός	Κατόνη πληθυσμός
D1	1 – 2	Μήκος της κεφαλής	↓	↑
D5	5 – 6	Απόσταση από το ανώτερο σημείο του ελάχιστου ύψους του ουραίου μίσχου έως το ανώτερο σημείο έναρξης του ουραίου πτερυγίου	↑	↓
D6	6 – 7	Απόσταση Από από την κάτω βάση του ουραίου έως το κάτω σημείο του ελάχιστου ύψους.	↑	↓
D7	7 – 8	Απόσταση από το χαμηλότερο σημείο του ελαχίστου ύψους του ψαριού στο κατώτερο σημείο της αρχής του ουραίου πτερυγίου	↓	↑
D8	8 – 9	Απόσταση από το τέλος της βάσης του εδρικού πτερυγίου στο χαμηλότερο σημείο του ελάχιστου ύψους του ουραίου μίσχου	↓	↑
D9	9 – 10	Μήκος της βάσης του εδρικού πτερυγίου	↓	↑
D20	2 – 13	Απόσταση αγπό το οπίσθιο άκρο του κρανίου έως το τέλος της κάτω γνάθου	↑	↓
D28	4 – 11	Απόσταση από το τέλος του ραχιαίο πτερύγιο στην αρχή του κοιλιακού πτερυγίου	↑	↓
D30	6 – 9	Απόσταση από το ανώτερο σημείο της αρχή του ουραίου πτερυγίου μέχρι το τέλος του της βάσης του εδρικού πτερυγίου	↑	↓
D38	15 – 23	Μήκος θωρακικού πτερυγίου	↑	↓

- Variation in morphological characteristics between the upstream and the downstream populations.
- Variation in the meristic characteristics of the two populations were identified:
  1. the number of dorsal fin rays,
  2. the number of caudal fin rays,
  3. the number of anal fin rays and
  4. the number of lateral line scales.

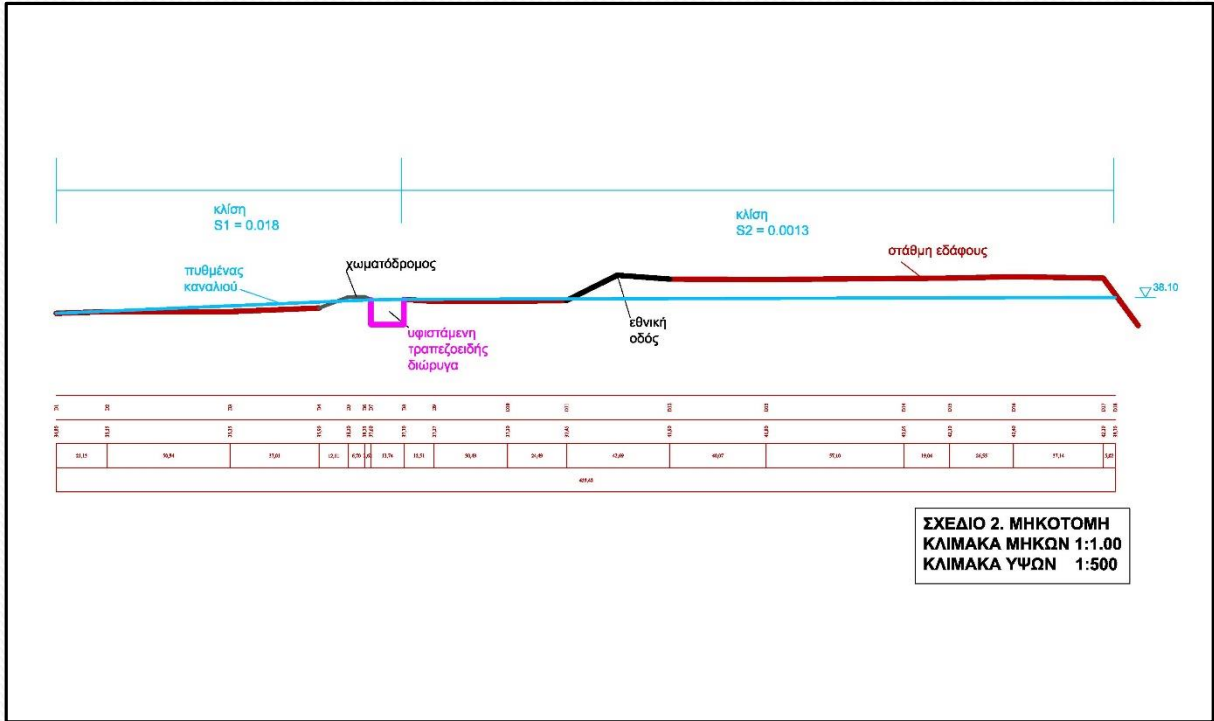
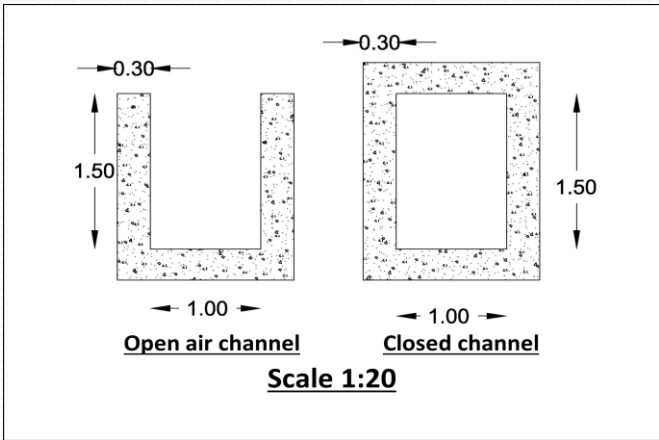
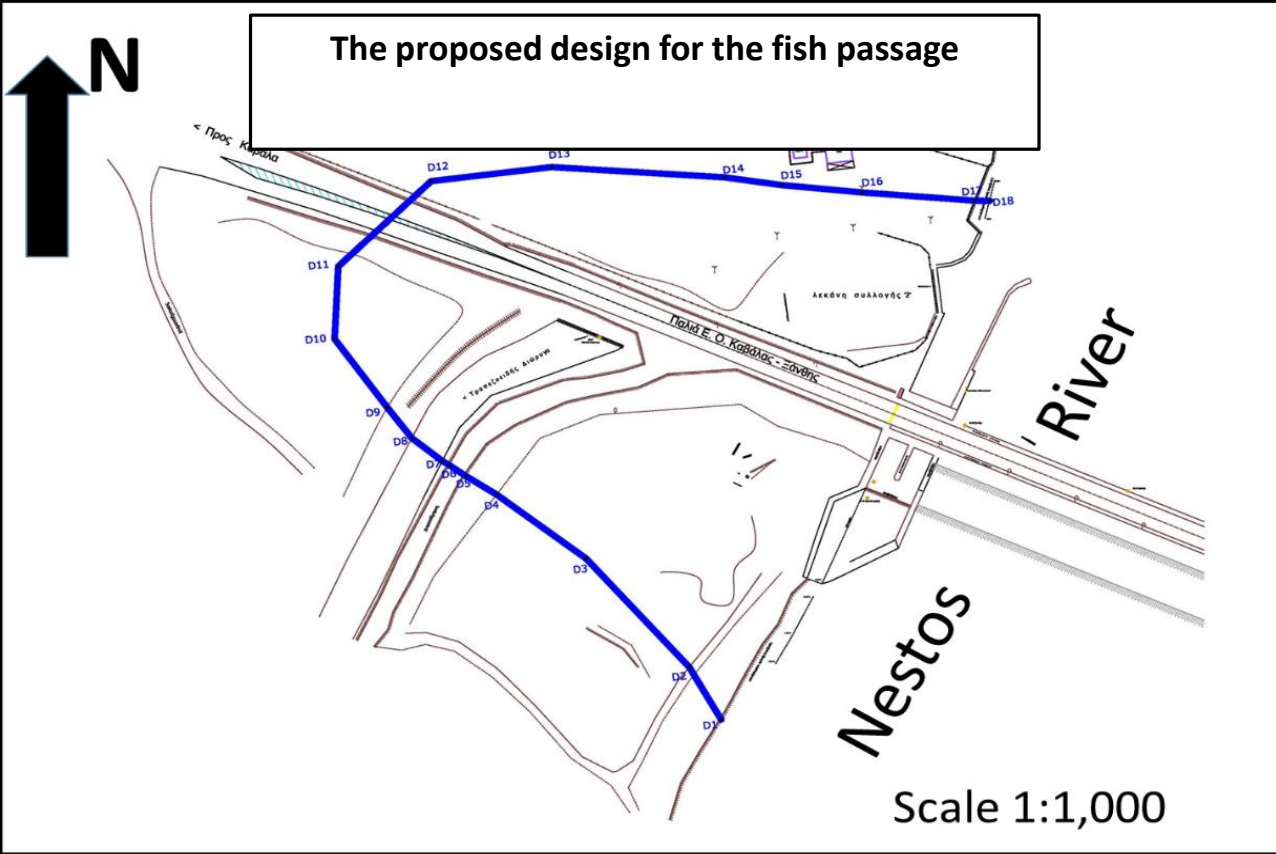
# Fish passage in Greece: the case study of Toxotes dam

## Fish passage design

1. The fish pass channels joins with an existing irrigation channel, which is passing underneath the main road.
2. In the exit of the fish pass a number of boulders will be placed in order to create the conditions to attract migratory fish.



# Fish passage in Greece: the case study of Toxotes dam



A scenic view of a river flowing through a dense forest of green trees under a blue sky with white clouds. The water is a murky, brownish-green color, and the trees are lush and green. The sky is bright blue with a few white clouds. The text "Thanks for your attention!" is overlaid in white at the bottom of the image.

**Thanks for your attention!**