

Universitatea „Dunărea de Jos” din Galați

Școala doctorală de Inginerie



TEZĂ DE DOCTORAT

Rezumat

CERCETĂRI PRIVIND COMPORTAMENTUL DE MIGRAȚIE A STURIONILOR MARINI MIGRATORI DIN DUNĂREA INFERIOARĂ, UTILIZÂND TEHNICI DE TELEMETRIE

Doctorand

Cercet. Șt. ing. HONȚ ȘTEFAN

Conducător științific,

Prof univ. dr. ing. Lucian OPREA

Referenți științifici

**Cercet. Șt. gr. I, dr. ing. Costache Mioara
Cercet. Șt. gr. I, dr. ing. Radu Suci
Cercet. Șt. gr. I, Prof. univ. dr. ing. Patriche
Neculai**

Seria I4: Inginerie industrială Nr. 50

GALAȚI

2017

CUPRINSUL TEZEI DE DOCTORAT

Introducere / Oportunitatea lucrării	11
Partea întâi - STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII	19
Capitolul 1. Starea populațiilor de sturioni din Europa, Asia și America de Nord	20
1.1. Eco-biologia sturionilor din Dunăre și Marea Neagră	20
1.1.1. Morunul (<i>Huso huso</i>)	21
1.1.2. Păstruga (<i>Acipenser stellatus</i>)	24
1.1.3. Nisetrul (<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>)	26
1.1.4. Cega (<i>Acipenser ruthenus</i>)	28
1.1.5. Viza (<i>Acipenser nudiiventris</i>)	30
1.1.6. Sturionul european șișipul (<i>Acipenser sturio</i>)	31
1.1.7. Concluzii	33
1.2. Starea populațiilor de sturioni pe plan mondial	35
1.2.1. Sturionii din Europa	35
1.2.2. Sturionii din Asia	36
1.2.3. Sturionii din America de Nord	40
Capitolul 2. Istoricul cercetărilor în domeniul telemetriei și metodele folosite la marcarea sturionilor din Dunărea Inferioară	45
2.1. Definirea telemetriei	47
2.2. Scurt istoric privind folosirea echipamentelor de telemetrie la pești	47
2.3. Istoricul cercetărilor în domeniul telemetriei la sturioni în Dunărea Inferioară	50
2.4. Echipamente folosite în studiile de biotelemetrie	51
2.5. Metode de atașare sau implantare a mărcilor la sturioni	53
2.5.1. Marcarea sturionilor cu mărci acustice	55
2.5.2. Marcarea sturionilor cu mărci satelitare	57
Partea a doua - ACTIVITATEA EXPERIMENTALĂ	
Capitolul 3. Material și metode	60
3.1. Descrierea echipamentelor de telemetrie folosite	60

3.2.	Realizarea testelor pentru stabilirea distantei de detecție a mărcilor acustice	63
3.3.	Testarea comparativă a distanței și acurateței de detecție pentru diferite mărci acustice și radio	70
3.4.	Metode folosite la instalarea stațiilor automate submersibile VR2W în Dunăre	78
3.5.	Metode folosite la descărcarea datelor din stațiile automate submersibile VR2W instalate în Dunăre	84
3.6.	Capturarea sturionilor	87
3.7.	Metoda folosită la marcarea sturionilor cu mărci acustice	88
3.8.	Instalarea receptoarelor acustice în Dunăre și sturionii marcați ...	90
3.8.1	Descrierea locațiilor în care au fost instalate receptoarele acustice VR2W	90
3.8.2.	Instalarea stațiilor automate submersibile VR2W în sectorul de Dunăre cuprins între km 71 și km 350	91
3.8.3.	Instalarea stațiilor automate submersibile VR2W în aval de barajul de la PF II Dunăre km 847 – 864	96
3.9.	Sturionii marcați	102
Capitolul 4.	Cercetări privind comportamentul de migrație a morunului în Dunărea Inferioară	107
4.1.	Introducere	108
4.2.	Analiza migrației morunilor marcați cu mărci acustice	110
4.3.	Analiza adâncimilor și vitezelor de deplasare din timpul migrației la morun	123
4.4.	Concluzii	127
Capitolul 5.	Cercetări privind comportamentul de migrație a păstrugii și nisetruului în Dunărea Inferioară	128
5.1.	Introducere	129
5.2.	Analiza migrației păstrugilor marcate cu mărci acustice	131
5.3.	Analiza adâncimilor și vitezelor de deplasare din timpul migrației la păstrugă	135
5.4.	Cercetări privind comportamentul de migrație al nisetruului în Dunărea Inferioară	137

5.5.	Concluzii	139
Capitolul 6.	Cercetări privind comportamentul de reproducere la morun și păstrugă în Dunărea Inferioară	141
6.1.	Introducere	142
6.2.	Estimarea perioadei de reproducere la morun	144
6.3.	Estimarea perioadei de reproducere la păstrugă	149
6.4.	Concluzii	154
Capitolul 7.	Recomandări privind planul de management și conservarea sturionilor din Dunăre	155
7.1.	Introducere	156
7.2.	Recomandări	158
7.2.1.	Realizarea studiilor de evaluare a populațiilor de sturioni	158
7.2.2.	Protecția habitatelor esențiale folosite de sturionii din Dunărea Inferioară	159
7.2.3.	Măsuri recomandate în ceea ce privește dezvoltarea durabilă a comunităților de pescari de sturioni	159
7.2.4.	Măsuri de informare și documentare	160
7.2.5.	Recomandări privind măsurile de redresare a speciilor de sturioni care se reproduc în Dunărea Inferioară	161
Capitolul 8.	Concluzii finale și contribuții personale	163
8.1.	Introducere	164
8.2.	Concluzii	166
8.3.	Elemente de originalitate și contribuții personale	171
	Listă lucrărilor publicate și susținute	172
	Bibliografie	175
	Curriculum Vitae	190

CUVINTE CHEIE:

Telemetrie, echipamente de telemetrie, marcare, mărci acustice, comportament de migrație, morun, păstrugă, nisetru, adâncimi de înot, viteze de deplasare, reproducere, Porțile de Fier II.

INTRODUCERE

În prezent, se cunosc 27 specii de sturioni, repartizate în două familii: *Acipenseridae*, cu 25 de specii și *Polyodontidae*, cu 2 specii. Toate speciile se găsesc doar în emisfera nordică; ele se caracterizează prin lipsa solzilor, scheletul cartilagos și prezenta a cinci șiruri longitudinale de scuturi osoase. Capul este prevăzut cu un rostru de dimensiuni variabile în funcție de specie, gura este situată ventral, fiind prevăzută cu patru mustăți situate între vârful rostrului și gură.

Sturionii sunt pești preistorici care au supraviețuit milioane de ani, fosilele acestora, descoperite în China, au fost datate ca aparținând perioadei geologice Triasice din prima perioadă mezozoică acum 250 – 200 milioane de ani (Roland and Lecointre 2000). Deși au supraviețuit milioane de ani, multe dintre speciile de sturioni sunt amenințate cu dispariția (Hensel 1997), declinul acestora datorându-se pescuitului excesiv, modificării habitatelor de reproducere și hrănire, regularizării fluviilor, și nu în ultimul rând datorită poluării (Binder et al. 2011).

Sturionii au un ciclu de viață care se întinde pe mai mulți ani, comparativ cu majoritatea speciilor de pești, refacerea populațiilor se realizează într-o perioadă mult mai lungă de timp. De exemplu, sturionii din Dunăre ajung la maturitatea sexuală la vârste cuprinse între 5 și 13 ani în funcție de specie și sex. Sunt specii de sturioni care se reproduc pentru prima dată la vârsta de 26 de ani (Houston 1987), situație întâlnită la femelele sturionului de lac (*Acipenser fulvescens*).

Dintre toate fluviile care se varsă în Marea Neagră, Dunărea este fluviul cu cea mai bogată populație de sturioni sălbatici (Hensel 1997), având trei specii anadrome: morunul (*Huso huso*), păstruga (*Acipenser stellatus*), nisetrul (*Acipenser gueldenstaedtii*), și o specie rezidentă, cega (*Acipenser ruthenus*). Pescuitul sturionilor s-a practicat pe malurile Dunării din cele mai vechi timpuri, multe rămășițe fiind găsite în jurul așezărilor preistorice din zona Porților de Fier (Bartosiewicz and Bonsall 2004). Sturionii erau capturați în timpul migrației folosind carmace, plase de pescuit sau chiar harpoane când aceștia înotau în straturile superioare ale apei (Seeley 1886). Pescuitul de sturioni de pe Dunăre a atras atenția călătorilor ce s-au perindat prin Țările Române, care au descris în jurnalele lor de călătorie pescuitul și comerțul cu sturioni (Marsigli 1726) scoțând în evidență valoarea comercială mare a acestor specii de pești. Mai multe informații despre sturionii din Dunărea Inferioară au fost colectate de către Grigore Antipa de la pescăriile de pe brațul Sântul Gheorghe și Marea Neagră la începutul secolului XX (Antipa 1909). La vremea respectivă, G. Antipa descria 6 specii de sturioni, patru dintre acestea fiind capturate și în zilele noastre în Dunărea Inferioară: cega, nisetrul, păstruga și morunul (Antipa 1909). Doua dintre speciile descrise

de G. Antipa sunt declarate dispărute, deoarece nu au mai fost raportate capturi din 2005 la viză (*A. nudiventris*) și din 1967 la sturionul european (șip) (*A. sturio*) (Oțel 2007).

Dacă cega este un peste de apa dulce care trăiește numai în Dunăre, morunul, păstruga și nisetrul sunt specii anadrome care trăiesc în Marea Neagră și migrează în Dunăre pentru a se reproduce. Migrația morunului se desfășoară atât pe perioada toamnei din august până în decembrie cât și primăvara din februarie până în mai. Migrația din lunile de iarnă este influențată în mare măsură de temperaturile scăzute ale apei, care conduc la diminuarea sau chiar stoparea deplasărilor în fluviu la temperaturi situate sub 6 °C. Reproducerea are loc primăvara când femelele depun icrele la temperaturi de 8 – 16 °C pe fundul Dunării la adâncimi de 8 - 20 metri pe un substrat pietros (Dinu 2010). La fel ca și morunul, păstruga (*A. stellatus*) migrează în Dunăre atât toamna începând din luna august (Bănărescu 1964) cât și primăvara în martie – aprilie când își depun icrele pe substrat nisipos sau cleios la temperaturi ale apei de 8 - 11 °C (Oțel 2007). Înainte de construcția barajelor de pe Dunăre, exemplare de sturioni erau capturate frecvent în locurile de pescuit situate în Dunărea mijlocie (Bartosiewicz 2004), aceștia ajungând până la kilometrul 1810 în dreptul localității Komarno (Bloesch 2006).

Pentru a se reproduce sturionii migrează distanțe mari în fluvii, de aceea construcția barajelor hidroenergetice a avut un impact deosebit asupra acestor specii datorită obstrucționării căilor de acces către locurile de reproducere (Holcik 1989). Lipsa soluțiilor alternative pentru asigurarea conectivității longitudinale a Dunării a condus la scăderea drastică a stocurilor de sturioni din Dunărea Inferioară și a dus la dispariția acestora din Dunărea mijlocie (Hensel 1997), excepție făcând cega (*A. ruthenus*) specie dulcicolă, care încă mai este capturată sporadic în sectoarele de Dunăre din Serbia, Ungaria și Austria (Friedrich, 2012; Lenhardt et al, 2009).

Dacă la început impactul cauzat de lucrările de regularizare ale fluviilor și de construcția barajelor asupra faunei avea o importanță scăzută, în zilele noastre aceste modificări cu impact substanțial asupra mediului sunt analizate în vederea realizării de studii care să conducă la îmbunătățirea condițiilor de viață a speciilor periclitate. Proiecte de regularizare ale Dunării au fost documentate începând cu secolul XIV în Austria, un plan mai amplu de regularizare a bazinului Dunării fiind finalizat în această țară între anii 1870-1875 (Winiwarter et al. 2012). După anul 1945 au existat discuții între autoritățile din Serbia și România cu privire la construcția unui baraj hidroenergetic în defileul Dunării. Rezultatul acestor discuții a fost construcția barajului de la Porțile de Fier 1 (km 943) care a fost pus în funcțiune începând cu anul 1972 (Aaron 1996), fiind urmat de construcția barajului de la Porțile de Fier II (km 864) care a fost operațional începând din 1984 (Corda 1988).

După finalizarea barajului de la Porțile de Fier II a fost realizat un studiu în perioada 1985 - 1986 cu scopul evaluării impactului construcției barajului asupra migrației peștilor, studiu în care s-a constatat apariția aglomerărilor de sturioni din aval de baraj, în anii de după punerea în funcțiune a centralei (Bratislava 1987). Dacă în trecut majoritatea datelor referitoare la prezența peștilor migratori în fluviu erau obținute în urma capturilor realizate de către pescari, în zilele noastre metodele s-au diversificat, echipamentele electronice oferind posibilitatea colectării de informații mai detaliate din timpul migrației sturionilor. Mărcile electronice folosite la marcarea sturionilor pot fi prevăzute cu senzori care să înregistreze date referitoare la temperatură, adâncime, viteza de deplasare s.a.

Colectarea acestor date ajută la îmbunătățirea cunoștințelor referitoare la comportamentul de migrație a sturionilor în vederea identificării protejării habitatelor de reproducere și de hrănire folosite de aceste specii. Primul proiect de telemetrie la sturioni din România s-a derulat începând cu anul 1998 (Kynard 2002 et al.) când cu ajutorul mărcilor acustice s-au colectat noi date referitoare la migrația sturionilor anadromi din Dunărea Inferioară. Noi studii de telemetrie la sturionii din Dunărea Inferioară au fost realizate după anul 2009. Aceste studii au avut ca obiective dezvoltarea sustenabilă a turismului bazat pe coridoarele de migrație a sturionilor (Oddmund et al. 2011); analiza impactului construcțiilor hidrotehnice asupra migrației sturionilor (Deak et al. 2014) sau studiul privind realizarea trecătorilor de pești la barajul de la PF 2 (Bruijne 2014; Bloesch 2016).

OBIECTIVELE CERCETĂRII

Deși au existat studii anterioare de telemetrie, acestea fie s-au concentrat pe diferite sectoare ale Dunării fie nu au reușit să colecteze suficiente date pentru realizarea unei analize mai detaliate a migrației sturionilor în Dunăre. Această lucrare este primul studiu care își propune să facă o analiză mai detaliată a migrației sturionilor adulți din speciile de morun, păstrugă și nisetru în sectorul de Dunăre situat între barajul de la Porțile de Fier II și km 71 folosind echipamente de telemetrie acustică. Pentru această analiză s-au folosit date colectate cu ajutorul echipamentelor electronice de telemetrie acustică pe o perioadă de 6 ani (2011 - 2017).

Astfel pentru prima dată în România în urma datelor obținute s-au putut analiza adâncimile de înot din timpul migrației sturionilor în Dunăre, precum și analiza comparativă a vitezelor de deplasare în diferite sectoare ale fluviului între km 71 și km 864. Au fost obținute și analizate date referitoare la revenirea sturionilor în Dunăre pentru a se reproduce confirmându-se astfel faptul că sturionii nu revin anual în Dunăre pentru a se reproduce, aceștia revenind o dată la 2 - 5 ani în funcție de specie și sex. Aceste date au fost coroborate cu datele obținute anterior referitoare la

perioadele în care sturionii își depun pontă în diferite locuri de reproducere din Dunărea Inferioară. Lucrarea de față este alcătuită din 8 capitole în care este analizat comportamentul de migrație a sturionilor marini migratori. Analiza datelor de telemetrie colectate va ajuta la îmbunătățirea cunoștințelor referitoare la comportamentul de migrație a sturionilor marini din Dunărea Inferioară. Rezultatele obținute pot fi folosite în vederea îmbunătățirii condițiilor de viață a sturionilor precum și la restabilirea conectivității longitudinale a Dunării prin construcția de trecători de pești care vor ajuta la depășirea obstacolelor reprezentate de barajele construite pe fluviu.

DESCRIEREA ECHIPAMENTELOR DE TELEMETRIE FOLOSITE

Alegerea mărcilor într-un studiu de telemetrie se face în funcție de specia țintă respectiv de dimensiunile și sensibilitatea speciei studiate dar și în funcție de condițiile mediului de viață în care acestea sunt urmărite. În cazul de față speciile țintă au fost reprezentate de adulții de morun, păstrugă și nisetru, iar mediul în care au fost urmăriți este reprezentat de fluviul Dunărea. Adulții din aceste trei specii de sturioni în momentul când ajung la maturitate au dimensiuni mai mari, respectiv de peste un metru la păstrugă, peste 2 metri la morun, și dimensiuni mai mici la nisetru. Dimensiunile mari ale peștilor oferă posibilitatea folosirii de mărci mai mari ce pot fi dotate cu mai mulți senzori sau cu mai multe baterii care vor prelungi durata de funcționare ale acestora.

Mărcile acustice folosite:

- **V13TP-1x**
- **V16TP-6x**
- **Marca Thelma de 16 mm**

Marca **V13TP-1x** are un diametru mai mic comparativ cu marca V16TP, și poate fi folosită și la marcarea peștilor cu dimensiuni mai reduse. Marca poate fi echipată să transmită numai semnale continue pentru a semnaliza prezența peștilor marcați sau poate fi dotată și cu senzori de adâncime și temperatură. Mărcile care au fost folosite la urmărirea sturionilor sunt echipate cu senzori de temperatură și adâncime ce pot transmite temperaturi cuprinse în intervalul de 0 - 40 °C (acuratețe de ± 0.5 °C și rezoluție de 0.15 °C) și adâncimi de până la 50 m (acuratețe ± 2.5 m și o rezoluție de 0.22 m la temperatura camerei). Marca V13TP-1x transmite semnalul pe o lungime de undă de 69 kHz și are o durată estimată de funcționare de 450 zile, fiind programată să emită un semnal de intensitate redusă la o distanță de timp între semnale aleasă aleatoriu dar cuprinsă în intervalul de timp de 30 - 90 secunde (Figura 1a). Fiecare marcă V13TP este prevăzută cu un număr de serie (SN) și câte un număr de identificare (ID) pentru fiecare senzor al mărcii. (Ex.: dacă

marca are doi senzori, unul de temperatură și unul de adâncime, vor exista două ID uri, câte unul pentru fiecare senzor.



Figura 1. (a) Marcă Vemco V13TP; (b) marcă Thelma 16 mm, (c) marcă Vemco și senzor V16TP

Marca **Thelma de 16 mm** transmite semnalul pe o lungime de undă de 69kHz. Marca Thelma de 16 mm este o marcă de dimensiuni mai mari cu o durată de funcționare estimată la 3600 zile dacă emite la un interval de 40 de secunde la o intensitate / putere medie a semnalului, de tipul ADT-MP-16, (Acoustic Depth Transmitters - Medium Power - 16 mm). Aceste mărci au dat rezultate bune atunci când au fost folosite în combinație cu receptoarele Vemco VR2W. Mărcile Thelma de 16 mm pot fi folosite atât la urmărirea activă a peștilor marcați cât și la urmărirea pasivă a acestora.

Marca **V16TP-6x** (Figura 1c) este o marcă de dimensiuni mai mari care are o durată de funcționare estimată la 2613 zile fiind programată sa emită în două moduri. Primul mod va emite timp de 300 de zile la un interval de 15 - 45 secunde la putere / intensitate mare, restul de 2323 de zile va emite la intensitate mică la o distanță de timp între semnale aleasă aleatoriu dar cuprinsă în intervalul de timp de 30 - 90 secunde. Marca emite pe lungimi de undă de 69kHz și poate transmite date de temperatură de până la 40 °C (acuratețe de ± 0.5 °C și rezoluție de 0.15 °C) și adâncimi de până la 34 metri (acuratețe ± 1.7 m și o rezoluție de 0.15 m la temperatura camerei). Fiecare marcă este prevăzută cu un număr de serie (SN) și câte un număr de identificare (ID) pentru fiecare senzor al mărci. (Ex.: dacă marca are doi senzori, unul de temperatură și unul de adâncime, vor exista două ID uri, câte unul pentru fiecare senzor)

Receptoare acustice folosite:

- **Receptor mobil VR 100**
- **Receptoare VR2W**

Receptorul acustic VR 100 (figura 2. a) este un receptor mobil produs special pentru utilizarea acestuia la urmărirea activă a peștilor marcați cu mărci acustice folosind o ambarcațiune (figura 3.2.b). Receptorul poate fi folosit atât pentru detectarea mărcilor cu transmitere continuă a semnalelor acustice cât și pentru detectarea mărcilor cu senzori încorporați (figura 1). Receptorul acustic VR 100 poate fi conectat la un hidrofon multidirecțional sau la un hidrofon unidirecțional pentru identificarea mai exactă a locației peștelui marcat.

-



Figura 2 (a) Receptor acustic VR 100, (b) urmărirea activă a sturionilor din Dunăre cu ajutorul receptorului acustic VR100, (c) receptor acustic VR2W

Receptorul acustic VR2W (figura 2. c) are partea electronică, bateria și hidrofونul încorporat într-o carcasă de plastic cilindrică foarte solidă ce rezistă la presiuni mari și la șocuri, acesta putând fi instalat în apă la adâncimi de până la 500 de metri. Receptorul este prevăzut cu Bluetooth pentru a comunica cu un PC folosind soft-ul VUE în vederea descărcării datelor stocate. De asemenea prezintă un Smart LED care ajută la identificarea statusului de funcționare a receptorului. Stocarea datelor se face pe o memorie internă FLASH de 8 MB ce permite înregistrarea unui milion de detecții. Fiecare stație are o serie formată din 4 cifre care este imprimată pe carcasa acesteia. Pentru descărcarea datelor se folosește o cheie magnetică cu care se activează Bluetooth-ul pentru ca receptorul să se poată conecta la PC prin soft-ul VUE.

CERCETĂRI PRIVIND COMPORTAMENTUL DE MIGRAȚIE AL MORUNULUI ÎN DUNĂRE

Pentru o mai bună înțelegere a comportamentului de migrație a sturionilor în Dunărea Inferioară un număr de 81 de exemplare de sturioni au fost marcate cu mărci acustice și analizate pe parcursul a 6 ani. Dintre acești sturioni analizați 36 de exemplare au fost moruni (*Huso Huso*), 44 de exemplare au fost păstrugi (*Acipenser stellatus*) și un exemplar de nisetru (*Acipenser gueldenstaedtii*). Din cele 81 de exemplare de morun și păstrugă și nisetru marcate cu mărci acustice 19 exemplare respectiv 24% din total nu au fost înregistrate niciodată după marcarea și eliberarea acestora în Dunăre. Lungimea totală a morunilor analizați era între 185 cm și 255 cm iar la exemplarele de păstrugă între 75 cm și 135 cm (figura 3).

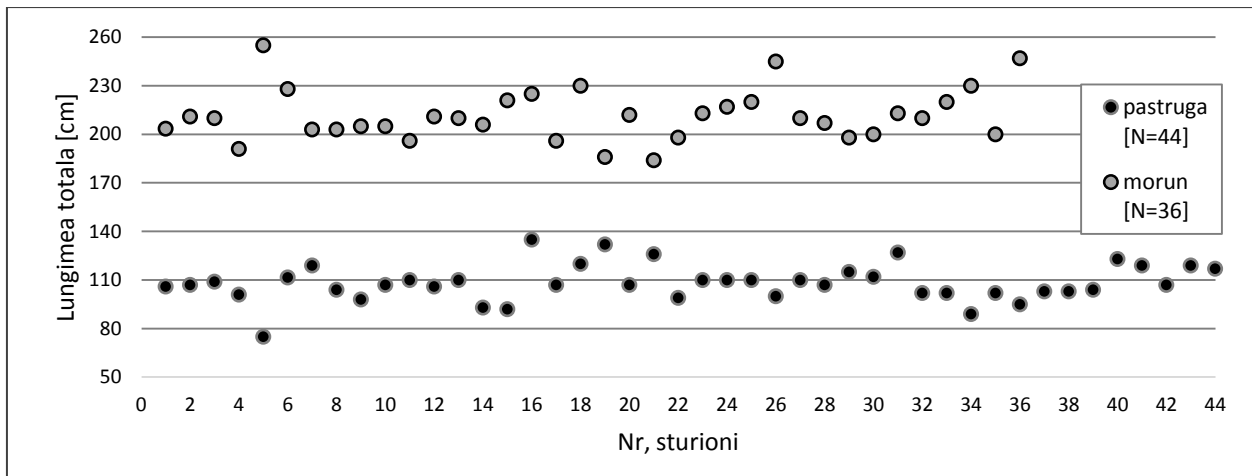


Figura 3 Distribuția lungimii totale la morun și păstrugă

Cea mai mare parte din totalul sturionilor marcați, respectiv un procent de 42%, au fost înregistrați în primele 10 zile de la eliberarea acestora. Numai un procent de 6 % din cei 81 de moruni, păstrugi și nisetri marcați, au revenit după o perioadă mai mare de 365 de zile de la eliberare. Un număr de 16 exemplare respectiv 20% din total au fost înregistrați la mai mult de 30 de zile de la eliberarea în Dunăre. Un număr mai mic de sturioni au fost înregistrați între 10 și 20 de zile de la eliberare (5%) și între 20 și 30 de zile de la eliberare (3%) (figura 4).

Datele obținute de la aceste 81 de exemplare de sturioni adulți au fost folosite pentru a studia rutele de deplasare ale acestora din timpul migrației de reproducere, dar și pentru analiza comparativă a adâncimilor de înot și a vitezelor de deplasare din timpul migrației către amonte comparativ cu migrația către aval. Din păcate nu a existat posibilitatea studierii mai amănunțite a nisetruului (*Acipenser gueldenstaedtii*) datorită faptului că nu au fost captate suficiente exemplare

din această specie de sturioni. Singurul exemplar de nisetru capturat și marcat a fost în anul 2011; exemplar care a oferit puține date referitoare la migrația acestei specii de sturion marin migratori.

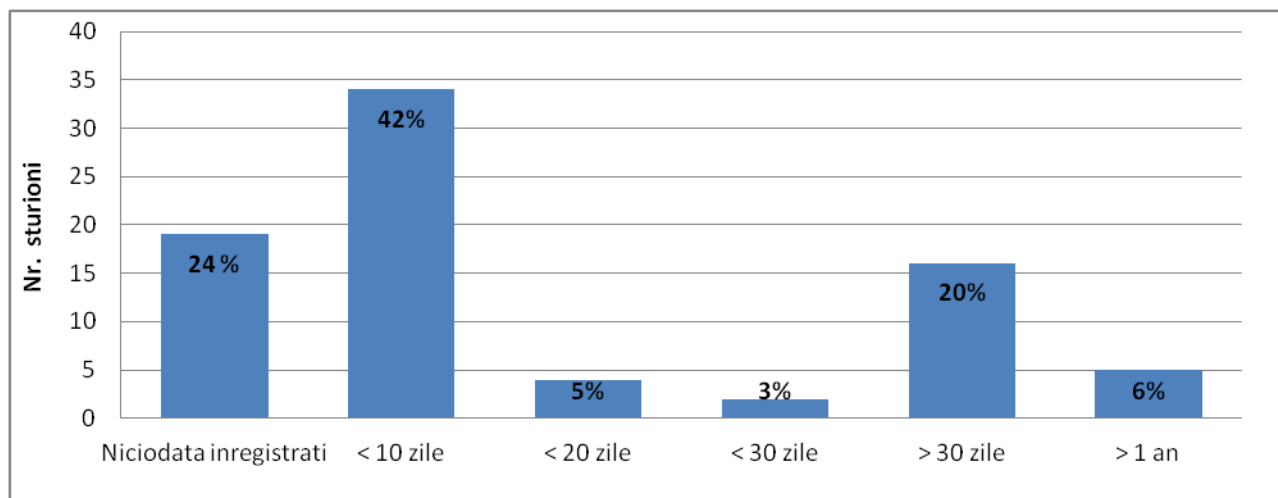


Figura 4 Numărul morunilor și păstrugilor înregistrate la diferite intervale de timp [N=81]

Din octombrie 2011 – până la începutul anului 2017 pe parcursul a aproximativ 6 ani de zile au fost marcate 36 de exemplare de moruni (*Huso Huso*), marea majoritate a acestora fiind capturați și marcați în dreptul kilometrului 300 de pe Dunăre. Din cele 36 de exemplare de morun marcate cu mărci acustice 6 exemplare respectiv 17% din total, nu au fost înregistrate niciodată după marcarea și eliberarea acestora în Dunăre. Cea mai mare parte din totalul morunilor marcați, respectiv un procent de 42%, (15 exemplare) au fost înregistrați în primele 10 zile de la eliberarea acestora. Două exemplare de morun (5%) din cele 36 de exemplare marcate au revenit în Dunăre după o perioadă mai mare de 365 de zile de la eliberare. Un exemplar a revenit după o perioadă de 5 ani de la marcarea (morunul cu nr. de fișă 11_18_13) iar un al doilea exemplar a revenit în Dunăre la doi ani de la marcarea (morunul cu nr. de fișă 12_11_13) respectiv în toamna anului 2014 dar s-a reprodus în primăvara anului următor. Un număr de 11 exemplare respectiv 30% din totalul morunilor marcați, au fost înregistrați la mai mult de 30 de zile de la eliberarea acestora în Dunăre.

Aceste exemplare de morun au oferit cele mai multe date care au stat la baza analizei vitezei de deplasare și a adâncimilor de înot din timpul migrației de reproducere din Dunăre. Un număr mai mic de moruni marcați au fost înregistrați între 10 și 20 de zile de la eliberare (3%) și respectiv între 20 și 30 de zile de la eliberare (3%) (figura 5).

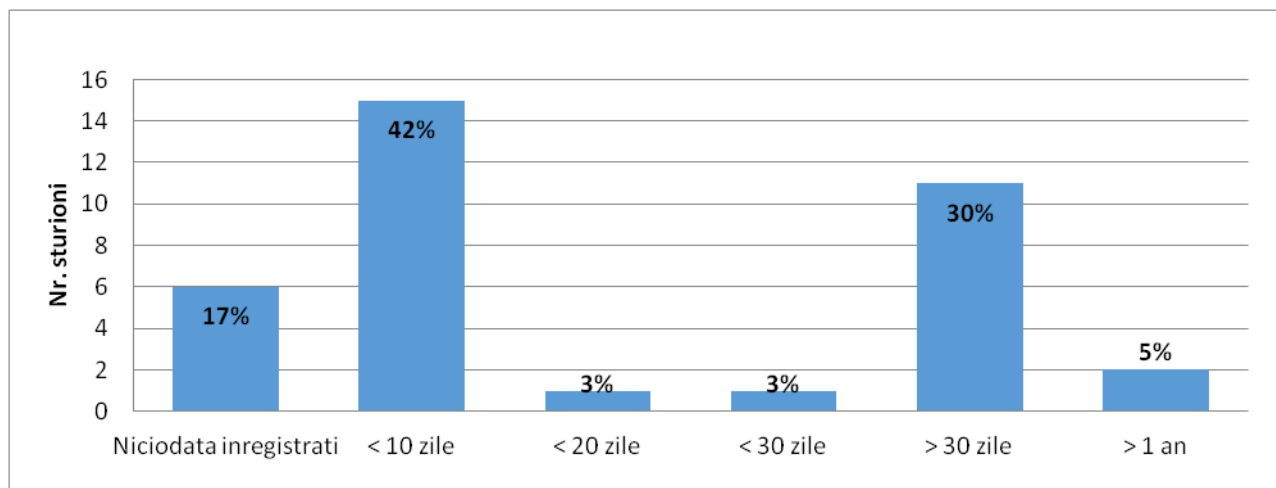


Figura 5. Numărul morunilor înregistrați la diferite intervale de timp [N=36]

Analiza adâncimilor de înot la morun

Datele pentru realizarea analizei adâncimilor de înot din timpul migrației morunului în Dunărea Inferioară au fost obținute de la un număr de 23 de exemplare marcate cu mărci acustice. Astfel au fost obținute un număr de 8111 adâncimi de înot ce au fost descărcate din 10 receptoare acustice VR2W instalate în Dunăre între km 71 (Brațul Tulcea) și Dunăre km 847 (în dreptul localității Pristol jud. Mehedinți).

Exemplarele de morun analizate s-au deplasat la adâncimi cuprinse între 1 metru și 36 de metri (figura 6); majoritatea înregistrărilor analizate, respectiv un procent de 11% au fost în intervalul de adâncime cuprins între 10 și 11 metri. Un procent de 77% din totalul înregistrărilor de adâncime pentru deplasarea către amonte și aval sunt situate în intervalul de adâncime cuprins între 8 și 22 metri. La migrația către aval majoritatea adâncimilor de înot înregistrate au fost în intervalul de 8 - 9 metri, acestea reprezentând 13% din totalul adâncimilor de înot din timpul deplasării către aval. Jumătate din adâncimile la deplasarea către aval s-au situat în intervalul de adâncime cuprins între 8 și 21 de metri (figura 6). La migrația către amonte se poate observa că 82% din detecțiile de adâncime se situează în intervalul de 8 și 21 de metri. Cele mai multe din aceste adâncimi, respectiv 11% din totalul adâncimilor de înot din timpul deplasării către amonte s-au situat în intervalul de adâncime cuprins între 10 și 11 metri. Mai mult de jumătate din totalul adâncimilor de înot din timpul deplasării către amonte sunt în intervalul de adâncime cuprins între 9 și 15 metri (figura 6).

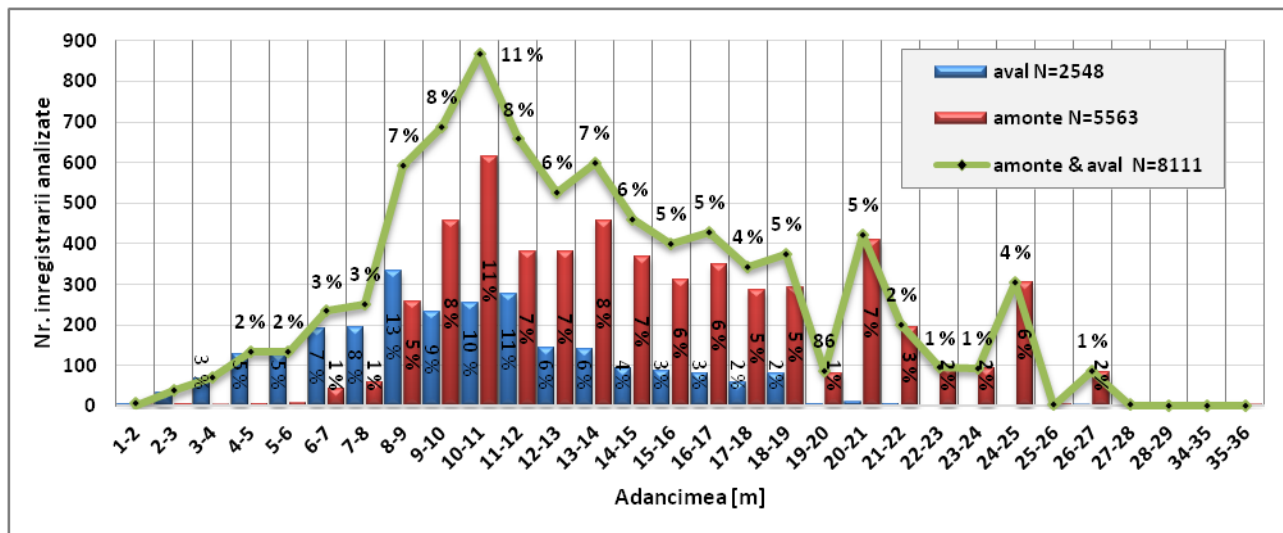


Figura 6. Analiza adâncimilor de deplasare la morun din timpul migrației în Dunărea Inferioară

Analiza vitezelor de deplasare din timpul migrației la morun în Dunărea Inferioară

În urma analizării datelor din timpul migrației morunilor în Dunărea Inferioară s-a observat că viteza de deplasare a acestora în timpul migrației către amonte s-a situat în intervalul de 1.1 și 2 km/h fiind mai mare decât la păstrugă, care s-a situat în jurul valorii de 0.36 km/h. În cazul migrației către aval pentru morun, viteza de deplasare estimată este semnificativ mai mare comparativ cu viteza de deplasare în amonte, situându-se în intervalul de 0,49 și 6 km/h. (tabelul 1). Comparând vitezele de deplasare calculate la scurt timp după eliberare cu vitezele calculate la 90 de zile după marcarea și eliberare la morun rezultatele obținute arată faptul că pentru deplasarea în aval există o diferență în cazul valorilor minime și nici o diferență pentru valorile maxime calculate.

Tabelul 1. Viteza de deplasarea estimată în timpul migrației din Dunărea Inferioară la morun

Nr. Crt.	Criteriul	Specia	amonte [km/h]		aval [km/h]	
			min.	max.	min.	max.
1	Amonte vs. aval	morun	1.1	2	0.49	6
2	După marcarea	morun	-	-	0.49	6
3	La 90 de zile după marcarea	morun	1.1	2	1.16	6

CERCETĂRI PRIVIND COMPORTAMENTUL DE MIGRAȚIE AL PĂSTRUGILOR ÎN DUNĂREA INFERIOARĂ

Este cunoscut că sturionii Dunăreni (morunul, nisetru, păstruga) migrează pentru reproducere din Marea Neagră în fluviu în grupuri separate: de toamnă și de primăvară (Antipa 1909, Shubina et al. 1989). Comportamente de migrație distincte pot indica segmente de populație diferite (Waples et al. 2001) care necesită măsuri de conservare speciale / separate în unități de management distincte. Studiul comportamentului de migrație cu ajutorul echipamentelor de telemetrie aduce un aport semnificativ în înțelegerea comportamentului sturionilor din cadrul populației. O mai bună înțelegere a speciilor de sturioni studiate ajută semnificativ la identificarea măsurilor necesare pentru susținerea populațiilor periclitare. Astfel pentru o mai bună înțelegere a comportamentului de migrație a sturionilor un număr de 81 de exemplare de sturioni au fost marcate cu mărci acustice pe parcursul a 6 ani. Dintre cele 80 de exemplare marcate 36 de exemplare au fost moruni (*Huso Huso*) și 44 de exemplare au fost păstrugi (*Acipenser stellatus*) și un exemplar de nisetru (*Acipenser gueldenstaedtii*). Datele obținute de la aceste 44 de exemplare de păstrugă adulte au fost folosite pentru a studia rutele de deplasare a acestora din timpul migrației de reproducere, dar și pentru analiza comparativă a adâncimilor de înot și a vitezelor de deplasare din timpul migrației către amonte comparativ cu migrația către aval. În perioada iunie 2011 – noiembrie 2015 au fost capturate și marcate cu mărci acustice un număr de 44 de exemplare de păstrugă cu lungimea totală cuprinsă în intervalul de 75 cm și 135 cm. Din cele 44 de exemplare de păstrugă marcate cu mărci acustice 13 exemplare respectiv 30 % din total nu au fost înregistrate niciodată după marcarea și eliberarea acestora în Dunăre (figura 7).

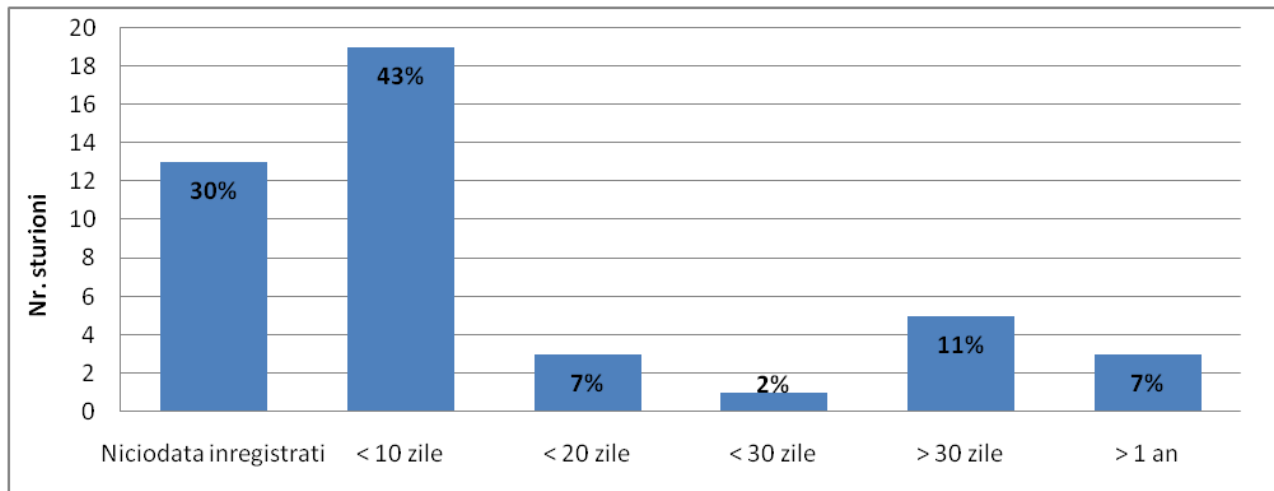


Figura 7. Numărul păstrugilor înregistrate la diferite intervale de timp [N=44]

Cea mai mare parte din totalul păstrugilor marcați, respectiv un procent de 43%, (19 exemplare) au fost înregistrate în primele 10 zile de la eliberarea acestora. Aceste exemplare de păstrugă alături de exemplarele care au fost înregistrate la mai puțin de 20 de zile și la mai puțin de 30 de zile de la marcarea și eliberare împreună cu exemplarele care au fost înregistrate la mai mult de 30 de zile de la eliberare au oferit cele mai multe date care au stat la baza analizei vitezei de deplasare și a adâncimilor de înot din timpul migrației de reproducere din Dunăre. Trei exemplare (7%) de păstrugă au fost înregistrate în primele 20 de zile de la eliberare iar un singur exemplar (2%) a fost înregistrat în primele 30 de zile de la eliberarea în fluviu. Cinci exemplare de păstrugă (30%) au fost înregistrate la mai mult de 30 de zile de la eliberarea în Dunăre iar un număr de 3 păstrugi (7%) marcați au revenit în Dunăre la mai mult de 365 de zile de la eliberare (figura 7). Un exemplar de păstrugă a revenit după o perioadă de 4 ani de la marcarea (femela de păstrugă) și alte două exemplare de păstrugă au revenit la 2 ani de la marcarea (masculi de păstrugă).

Analiza adâncimilor de înot la păstrugă

Pentru analiza adâncimilor de înot la păstrugă au fost utilizate un număr de 472 de adâncimi de înot obținute de la 21 de păstrugi marcați cu mărci acustice dotate cu senzori de adâncime și temperatură. Datele folosite pentru analiza adâncimilor de înot au fost descărcate din 7 receptoare acustice VR2W instalate în Dunărea Inferioară între km 71 și km 200. Majoritatea adâncimilor de înot obținute de la cele 21 exemplare de păstrugă s-au încadrat în intervalul de adâncime cuprins între 2 și 17 metri. Cele mai multe adâncimi de înot respectiv 63 de detecții de adâncime din totalul de 472 de detecții analizate s-au situat în intervalul de adâncime cuprins între 5 și 6 metri (reprezentând 13% din total) (figura 8).

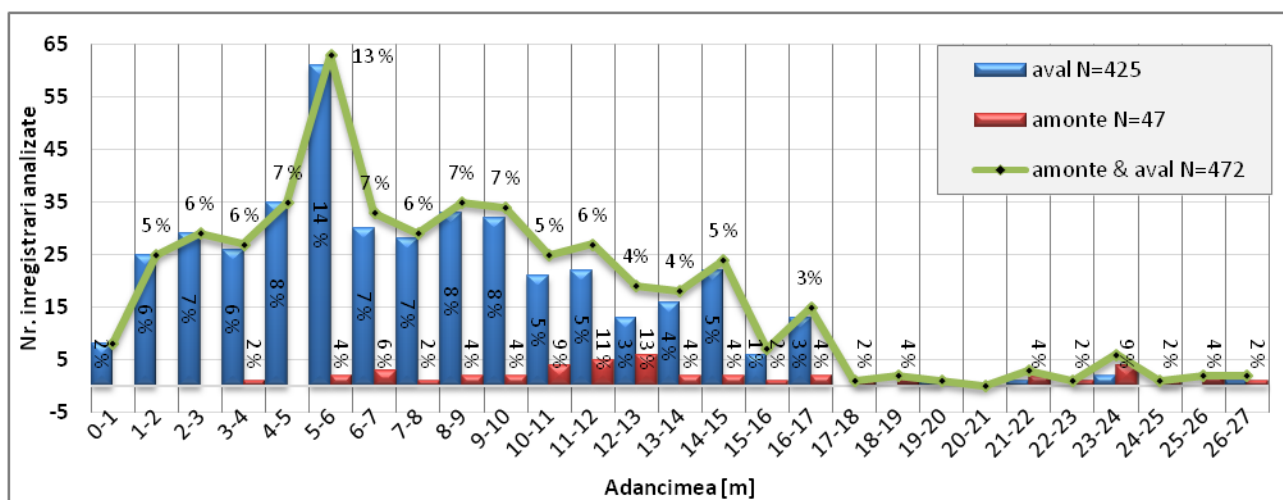


Figura 8 Analiza adâncimilor de deplasare la păstrugă din timpul migrației în Dunărea Inferioară

Majoritatea detecțiilor din timpul migrației către aval s-au situat în intervalul de adâncime cuprins între 1 și 17 metri. Cele mai multe detecții analizate (14 %) s-au situat în intervalul de adâncime cuprins între 5 și 6 metri. În cazul deplasării către amonte a păstrugilor analizate, majoritatea adâncimilor înregistrate s-au situat în intervalul cuprins între 5 și 19 metri (73%). Adâncimile întâlnite cu cea mai mare frecvență s-au situat în intervalul de 12 și 13 metri (13%). Un procent de 23% din adâncimile înregistrate la deplasarea în amonte s-au situat în intervalul de adâncime cuprins între 22 și 27 metri (figura 8).

Analiza vitezelor de deplasare din timpul migrației la păstrugă în Dunărea Inferioară

Vitezele de deplasare au fost estimate în urma analizării datelor obținute din timpul migrației de la păstrugile marcate cu mărci acustice care s-au deplasat în Dunăre între km 71 și km 200. Astfel s-au obținut viteze maxime și minime de deplasare din timpul migrației de reproducere, viteze care se încadrează în intervalul cuprins între 0.34 și 4.83 km/h (tabelul 2). Vitezele de deplasare la păstrugă sunt mai mici comparativ cu vitezele de deplasare la morun, respectiv viteza maximă de deplasare la păstrugă a fost de 4,83 km/h iar la morun 6 km/h.

Tabelul 2. Viteza de deplasare estimată în timpul migrației din Dunărea Inferioară la păstrugă

Nr. Crt	Criteriul	Specia	amonte [km/h]		aval [km/h]	
			min.	max.	min.	max.
1	Amonte vs. aval	păstrugă	0.34	0.36	0.4	4.83
2	După marcarea	păstrugă	0.34	0.36	0.4	4.83
3	La 90 de zile după marcarea	păstrugă	-	-	-	-

Nu a fost posibilă compararea vitezelor de deplasare pentru păstrugă imediat după marcarea cu vitezele calculate la 90 de zile de la marcarea exemplarelor de păstrugă deoarece nu au existat date suficiente pentru realizarea acestei analize (tabelul 2).

CERCETĂRI PRIVIND COMPORTAMENTUL DE MIGRAȚIE AL NISETRULUI ÎN DUNĂREA INFERIOARĂ

Toate populațiile speciilor de sturioni marini anadromi care se reproduc în Dunăre sunt clasificate în Lista Roșie a Uniunii Internaționale de Conservare a Naturii (IUCN) (www.iucnredlist.org) ca fiind specii periclitare critic (morunul, păstruga și nisetru) sau amenințate (cega), de asemenea sunt incluse în Anexa 5 a Directivei CE pentru Habitate și în Anexa 2 a Convenției de Comerț Internațional cu Specii Amenințate de Faună și Floră (CITES). Nisetru alături de celelalte specii de sturionii migratori reprezintă o specie indicatoare ale calității mediului în regiunea unde trăiesc datorită multitudinii de habitate pe care le folosesc, respectiv habitatele de reproducere, cele de hrănire ale puilor și habitatele de hrănire a adulților în mare.

La fel ca morunul și păstruga, nisetru este un peste anadrom, trăiește și se hrănește în ape sărate dar se reproduce în apele dulci. Pentru aceasta, nisetrii adulți întreprind migrații pe distanțe mari în fluviile tributare mărilor în care aceștia trăiesc, pentru a se reproduce. În trecut nisetrii din Dunăre migrau sute de kilometri ajungând până la Bratislava (Dunăre km 1869) sau în unele cazuri aceștia intrau în râurile tributare Dunării din România ca Mureș, Olt, Jiu, Prut sau Siret (Reinartz 2002) sau Drava și Sava din Croația și Serbia (Hensel & Holčík 1997). Capturile de nisetru au scăzut într-un ritm alarmant, dacă, în 1928 se raportau capturi de 217 tone de nisetru în anul 2005 înainte de introducerea prohibiției la sturioni s-au raportat capturi din această specie de numai 0.12 tone (Oțel 2007). Această scădere ne face să înțelegem că sunt factori care au acționat în mod constant asupra populației, factori ce au influențat în mod negativ stocurile de nisetru din Dunăre.



Figura 9 Exemplarul de nisetru marcat în anul 2011 cu marcă acustică

Datorită trendului descrescător stocurilor de nisetru, această specie a fost încadrată în categoria speciilor vulnerabile (Lelek 1987) care sunt amenințate cu dispariția. Nisetru a fost declarat ca fiind specie dispărută în Austria și Germania (Spindler 1988 și 1995). Numărul redus al exemplarelor de nisetru din Dunăre nu a permis capturarea unui număr mai mare de indivizi din această specie în vederea marcării acestora cu mărci acustice pentru studierea comportamentului de migrație a exemplarelor de nisetru în fluviu.

În perioada 2011 – 2016 pe parcursul a 5 ani de analiză a deplasării sturionilor în Dunărea Inferioară, s-a reușit capturarea unui singur exemplar de sturion din specia nisetru. Acesta a fost un exemplar de femelă cu o greutate de 5,4 kg care după marcarea s-a deplasat în aval revenind anul următor în amonte. În timpul marcării în momentul în care s-a realizat incizia pentru introducerea mărcii în abdomenul peștelui s-au putut observa ovulele / icrele exemplarului marcat (figura 9). La 7 zile de la marcarea și eliberarea acesteia în Dunăre la km 300 (brațul Borcea) pe data de 20 octombrie 2011, femela de nisetru cu numărul de fișă 11_18_05 este înregistrată 200 km mai în aval în Dunăre la km 100 înotând la adâncimi cuprinse în intervalul de 6,4 și 12,3 metri, la o temperatură a apei de 12,9 °C. Motivul pentru care exemplarul de nisetru nu este înregistrat și de alte receptoare acustice instalate în aval la km 300, este acela că în momentul deplasării acestuia în aval receptoarele acustice VR2W instalate în Dunăre la km 187 și km 180 nu aveau softul actualizat pentru a putea înregistra noile tipuri de mărci acustice V16TP. Astfel nisetru după ce iernează în Dunăre este înregistrat anul următor pe data 25 martie 2012 de stația instalată în fluviu la km 180 deplasându-se în amonte la adâncimi cuprinse în intervalul de 7,6 și 9,9 metri, la o temperatură a apei de 10,4 °C (figura 10).

Exemplarul de nisetru marcat cu marcă acustică nu mai este înregistrat timp de 60 de zile, apărând în data de 24 mai 2012 în dreptul km 187 din Dunăre, la suprafața apei la o temperatură de 19,6 °C (figura 10). Având în vedere că timp de 19 minute înregistrarea realizată de stația instalată în Dunăre la km 187 arată adâncimi de 0,2 m la suprafața apei, foarte probabil acest exemplar de nisetru a fost capturat de braconieri și transportat în barcă între orele 15:32 și 15:31 în dreptul km 187. Deoarece femela de nisetru capturată în anul 2011 a fost singurul exemplar din această specie care a fost marcat în perioada studiului de telemetrie; datele colectate fiind în număr redus și nu au permis realizarea unei analize mai amănunțite privind comportamentul de migrație a nisetru în Dunărea Inferioară utilizând tehnici de telemetrie. Numărul redus al exemplarelor de nisetru din Dunăre nu a permis capturarea unui număr mai mare de indivizi din această specie în vederea marcării acestora cu mărci acustice pentru studierea comportamentului de migrație a exemplarelor de nisetru în fluviu.

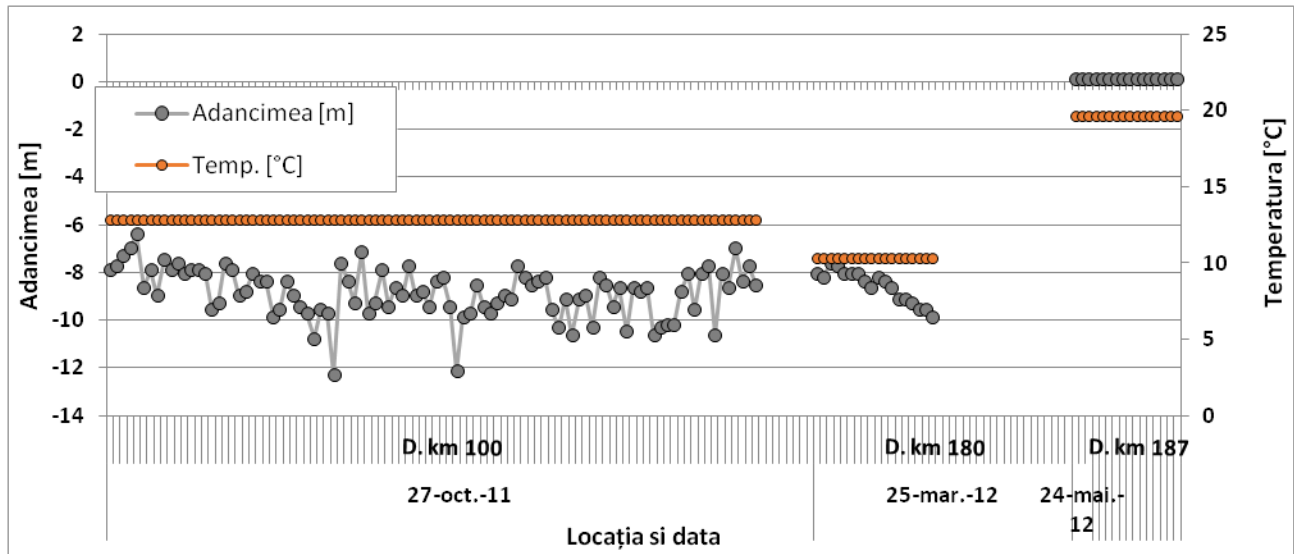


Figura 10 Adâncimile și temperaturile din timpul migrației femelei de nisetră cu nr. de fișă 11_18_05 în lunile octombrie 2011 și mai 2015

În perioada 2011 – 2016 pe parcursul a 5 ani de analiză a deplasării sturionilor în Dunărea Inferioară, s-a reușit capturarea unui singur exemplar de sturion din specia nisetră. Acesta a fost un exemplar de femelă cu o greutate de 5,4 kg care după marcarea s-a deplasat în aval revenind anul următor în amonte. Numărul redus al nisetrilor sălbatici din Dunăre s-a observat în timpul pescuitului în vederea obținerii de reproducători pentru reproducerea artificială în ferme dar și în urma pescuitului de evaluare realizat la Marea Neagră (Cristea 2016).

CONCLUZII

Rezultatele analizei adâncimilor de înot la morun arată că aceștia se deplasează de obicei la adâncimi cuprinse între 8 și 12 metri când migrează către aval și adâncimi cuprinse între 9 și 15 metri când migrează în amonte. Cele mai mici adâncimi de deplasare înregistrate pentru morun au fost între 1 și 2 metri, iar cele mai mari adâncimi înregistrate au fost între 35 și 36 metri. Aceste adâncimi situate la extremitățile intervalului calculat sunt rare comparativ cu adâncimile de înot de la alte intervale. În trecut pescarii de sturioni din Dunăre obișnuiau să instaleze carmace toamna la adâncimi de 30 metri în zona gropilor de la km 123 în care se strângeau morunii, iar în perioada de primăvară instalarea carmacelor se făcea la adâncimi de 7,5 metri (Antipa 1916).

În cazul rezultatelor obținute în urma analizei adâncimilor de înot la exemplarele de păstrugă marcate cu mărci acustice s-a observat că exemplarele adulte s-au deplasat în timpul migrației la adâncimi cuprinse în intervalul de 1 și 27 metri. Majoritatea înregistrărilor de adâncime din timpul deplasărilor către aval s-au încadrat în intervalul de 1 - 17 metri, iar în cazul deplasărilor în amonte majoritatea adâncimilor de înot au fost în intervalul de 3 - 27 metri. Păstrugile din nordul Mării Caspice iernează la adâncimi cuprinse între 1.8 și 3.6 metri (Holcik, 1989), valori de adâncime întâlnite frecvent în analiza adâncimilor de înot la păstrugile din Dunărea Inferioară. Comparând adâncimile de deplasare de la păstrugă cu cele de la morun putem observa că păstrugile adulte se deplasează în timpul migrației în Dunărea Inferioară la adâncimi mai mici comparativ cu exemplarele de morun adulte.

În ceea ce privește rezultatele vitezelor de deplasare din timpul migrației exemplarelor de morun adulte, datele obținute arată că morunii se pot deplasa cu viteze cuprinse în intervalul de 0.49 km/h și 6 km/h. De asemenea s-a putut observa că morunii se pot deplasa cu ușurință pe distante mari într-un timp relativ scurt. De exemplu un mascul de morun marcat în noiembrie 2013 migrează pe o distanță de 747 km în amonte în 18 zile, deplasându-se cu o viteză medie de 4.5 km/zi (1.7 km/h); deplasarea către aval se face în aceeași durată de timp, respectiv 18 zile. Un alt morun marcat în 2011 care se reîntoarce în fluviu după 5 ani, este înregistrat în zona barajului de la PF2 în luna aprilie 2016. Acesta este înregistrat deplasându-se către aval cu o viteză medie de 57.5 km/zi (2.4 km/h) parcurgând distanța de 747 km (între km 847 și km 100) în 13 zile. În cazul exemplarelor adulte de păstrugă datele analizate anterior referitoare la vitezele de migrație a acestora în Dunărea Inferioară au arătat că păstrugile adulte s-au deplasat către amonte cu viteze cuprinse în intervalul de 7 și 8 km/zi (0.33 km/h) iar în cazul deplasării către aval vitezele de deplasare s-au situat în jurul valorii de 20 km/zi (0.83 km/h) (Kynard 2002). Viteza de deplasare

estimată la păstrugile din fluviul Volga se încadrează în intervalul de 18 – 20 km/zi (0.83 km/h) (Khodorevskaya, 2009) ajungând în unele cazuri la viteze de 110 km/zi (4.6 km/h) (Holcik, 1989).

În fluviul Kura viteza de deplasarea a păstrugilor este de 20 km/zi (0.83 km/h) iar în cazul păstrugilor din fluviul Kuban viteza de deplasare se situează în jurul valorii de 24 km/zi (Khodorevskaya, 2009). Cu ajutorul echipamentelor de telemetrie s-a putut observa că exemplare adulte de morun și păstrugă încă mai migrează în Dunăre până la km 860 - 864 (unde se găsește primul baraj) ceea ce ne face să credem că acești pești migrează până aici deoarece doresc să se deplaseze în amonte de barajul de la PF2. Au existat temeri legate de faptul că în timp, sturionii își vor capacitatea de a se întoarce în locurile unde s-au născut (homing instinct) datorită imposibilității acestora de a trece de barajele construite pe Dunăre acum mai bine de 30 de ani și de a se reproduce mai în amonte de acestea.

Sunt studii care au pus în discuție și au analizat dacă există sau nu acest instinct de revenire la origine a peștilor migratori, respectiv de a se întoarce în locul în care aceștia s-au născut pentru a se reproduce la rândul lor (Barbaro 2008). Sunt de asemenea și autori care susțin că migrația peștilor este bazată în mare măsură pe simțul olfactiv (Bett 2016) dar și autori care remarcă existența unui puternic instinct al sturionilor de a se întoarce și de a se reproduce în aceeași locație în care s-au născut (Lagutov 2008; Nelson et al 2013). Există o mare probabilitate ca mai mulți factori cumulați să influențeze migrația în amonte a sturionilor, aceasta nedepinzând de un singur factor. Prezența sturionilor în aval de barajul de la PF II, la mai bine de 30 de ani de la finalizarea ultimului baraj din Dunărea Inferioară poate aduce un aport important la o mai bună înțelegere a migrației sturionilor și a factorilor care influențează migrația acestora.

Având în vedere că exemplare de morun și păstrugă adulte au fost înregistrate în apropierea barajului aceștia fiind atrași de curenții de apă proveniți de la turbinele centralei demonstrează faptul că sturionii încă mai încearcă să se deplaseze în amonte de bariera reprezentată de construcția hidrocentralei. Aceste date referitoare la prezența sturionilor în aval de hidrocentrală și locurile în care aceștia se aglomerează sunt foarte importante având în vedere planurile de construcție a unei trecători de pești care să permită deplasarea speciilor de pești migratoare în amonte de baraj. De-a lungul acestui studiu s-a putut observa și confirma faptul că sturionii care iernează în Dunăre se deplasează mai puțin când temperaturile sunt sub 6 °C. De exemplu morunii din Marea Caspică, care migrează din sudul și centrul mării către nordul Mării Caspice, încep să se concentreze către zonele mai adânci ale litoralului când temperatura apei scade la 6 – 4 °C (Khodorevskaya 2009), lucru care se poate observa și la morunii din Dunăre

care în jurul temperaturii de 4 °C își reduc semnificativ deplasările în fluviu. Morunii ierneză în Dunăre în gropi adânci pentru a-și conserva energia pentru migrația de primăvară. Aceste gropi se formează de obicei după coturile pe care le formează fluviul acolo unde apa bate în mal și sapă adânc în acesta (Antipa 1909). Un exemplu de comportament de iernare în Dunăre este cel al morunului cu nr. fișă 11_20_03 care a iernat în gropile formate în zona cotului Pisicii unde Dunărea formează meandre mari datorită zonei stâncoase care nu permite fluviului să își urmeze cursul normal, obligând apa să le ocolească. Această zonă era recunoscută în trecut pentru capturile mari de sturioni din timpul migrației acestora în Dunăre (Antipa 1916), zona fiind avantajată și de toanele bune de pescuit datorate faptului că lățimea fluviului nu este foarte mare dar și datorită conformației albiei Dunării din zonă, care permite pescuitul cu plase de fund.

De asemenea se poate observa din datele colectate de la exemplarele adulte de morun și păstrugă că marea majoritate a detecțiilor din timpul migrației acestora au fost înregistrate în timpul nopții sau ale dimineții, puține înregistrări fiind realizate în timpul zilei. O mare parte din exemplarele de morun și păstrugă marcate au prezentat un tip de comportament specific respectiv la scurt timp după eliberarea acestor exemplare de sturioni au avut o deplasare continuă către aval care a fost rezultatul stresului provocat în urma capturării, marcării și transportării. De aceea se recomandă că în cazul studiilor de comportament al peștilor să se urmărească pe cât posibil menținerea acestora în captivitate o perioadă cât mai scurtă, pentru a se evita manipularea îndelungată și pentru a reduce stresul provocat peștilor marcați (Koeck 2013). Reducerea stresului provocat de manipulare și marcarea se face în vederea evitării alterării comportamentului de migrație și obținerea unor rezultate care să nu fie influențate de factorii externi / antropici.

Faptul că încă mai există exemplare sălbatice de sturioni care revin în fluviu să se reproducă a permis marcarea acestora și analizarea migrației în vederea unei mai bune înțelegeri a comportamentului din timpul migrației de reproducere. Astfel în încercarea de studii noi habitate folosite de sturionii din Dunărea Inferioară s-a reușit dezvoltarea unei metode de identificare a datei de reproducere la morun, metodă care a ajutat la identificarea perioadelor în care larvele pot fi capturate ajungându-se astfel la localizarea habitatelor de reproducere (Suciu 2005 a). Metoda dezvoltată de echipa GCS din cadrul INCDDD a contribuit la identificarea unor noi habitate de reproducere a exemplarelor adulte de morun și cega și a scăzut în mod semnificativ volumul de muncă necesar capturării de larve prin identificarea destul de exactă a datei în care larvele încep să se deplaseze în fluviu. Astfel au fost capturate larve de morun și cega în anii 1999, 2004, 2007, 2008, 2010, 2013, 2015 (Onăra 2011, Suciu, 2013) confirmând astfel existența în Dunărea Inferioară a 2 locuri de reproducere la km 310 (piatra roșie) și la km 100 .

În cazul reproducerii la păstrugă în urma analizelor efectuate, care au pornit de la capturile de pui de păstrugă în toana din Dunăre de la km 123 s-a constatat că metoda care a dat rezultate anterior la morun se poate folosi și pentru păstrugă utilizând tabelul lui Ivanov (1987) pentru această specie și datele referitoare la temperaturile apei din Dunăre și evoluția cotelor. Pentru certificarea metodei de identificare a perioadei de reproducere la păstrugă este necesară capturarea de larve din această specie. Capturarea larvelor se poate realiza folosind fileele de fund cu care au fost capturate larve de morun și concomitent se poate încerca pescuitul de larve de păstrugă și cu filee care stau în masa apei. Prin capturarea de larve de păstrugă și morun se pot identifica exact zonele de reproducere a acestor specii de sturioni. Prin omologarea metodelor de capturat larve la ambele specii se poate stabili metoda ce poate fi folosită la identificarea și cartarea habitatelor de reproducere ale păstrugilor și morunilor în Dunărea Inferioară. Identificarea locurilor de reproducere va permite realizarea unei analize mai amănunțite a acestor habitate și implementarea punctuală a unor măsuri de protecție a zonelor de reproducere în special în perioadele când aceste specii de sturioni se reproduc.

Prin aprofundarea cunoașterii comportamentului de reproducere al sturionilor precum și prin analiza habitatelor specifice folosite de aceste specii se pot lua măsuri care să conducă la îmbunătățirea condițiilor de reproducere a acestor specii de sturioni. Aceste măsuri trebuie să permită realizarea în condiții optime a reproducerii morunilor și păstrugilor în mediul lor natural de viață și să poată ajuta la redresarea populațiilor de sturioni din Dunăre. Studiul de față este primul studiu care și-a propus și a reușit să urmărească migrația sturionilor într-un sector de Dunăre cuprins între km 71 și km 864 ce are o lungime totală de 793 km. Având în vedere lungimea sectorului în care a fost analizată migrația sturionilor marini migratori și numărul de exemplare marcate cu mărci acustice studiate, a fost posibilă colectarea unor date noi care nu au mai fost obținute în studii anterioare. Aceste date au fost folosite pentru a analiza vitezele de deplasare a sturionilor în Dunărea Inferioară analizând deplasarea acestora în diferite sectoare din fluviu în care au fost instalate receptoare acustice, rezultatele obținute fiind comparate cu date din literatura de la aceleași specii de sturioni.

Datele referitoare la viteza de deplasare a morunilor și păstrugilor adulte în Dunărea Inferioară au fost obținute analizând viteza de deplasare a unui număr de 24 de sturioni (moruni și păstrugi) care s-au deplasat în diferite sectoare ale fluviului pe distanțe cuprinse între 6 km și 747 de km. Deși această analiză estimează vitezele de deplasare a sturionilor, știind faptul că peștii nu înoată în linie dreaptă (Christopher, 2007), datele obținute contribuie în mod semnificativ la înțelegerea migrației sturionilor între barajul de la Porțile de Fier II și Marea Neagră. Având în

vedere faptul că mărcile acustice pot înregistra atât temperatura cât și adâncimile de înot din timpul deplasării sturionilor marcați, a fost posibilă pentru prima dată analiza unui număr consistent de înregistrări de înot obținute de la sturionii care au migrat în Dunărea Inferioară pentru a se reproduce. Astfel au fost analizate un număr de 8111 înregistrări de adâncimi de înot obținute de la un număr de 23 de exemplare de morun, date care au fost descărcate din 10 receptoare acustice instalate în Dunăre între km 71 (brațul Tulcea) și km 847. În cazul păstrugilor au fost analizate 472 de înregistrări de adâncimi de înot obținute de la un număr de 21 de exemplare de păstrugă, date care au fost descărcate din 7 receptoare acustice VR2W instalate în Dunăre între km 74 și km 200. S-a putut observa că morunii se deplasează la adâncimi mai mari comparativ cu exemplarele de păstrugă și de asemenea în cazul vitezelor de deplasare a morunilor, aceștia înoată cu viteze mai mari decât exemplarele de păstrugă, atât în amonte cât și atunci când înoată către aval. Toate aceste date colectate de la sturionii marcați cu mărci acustice sunt foarte importante și contribuie la o mai bună înțelegere a comportamentului din timpul migrației a acestor specii de pești. De asemenea aceste noi date vor folosi la identificarea unor măsuri mai bune privind conservarea acestor specii și nu în ultimul rând vor ajuta la proiectarea unor trecători de pești pe Dunăre care să fie folosite atât de sturioni cât și de alte specii migratoare de pești ajutând astfel la restabilirea conectivității longitudinale a acestui fluviu.

Bibliografie selectivă

- Aaron S. 1996 Diverting the Danube: The Gabcikovo-Nagymaros Dispute and International Freshwater Law, *Berkeley Journal of International Law*, Volume 14 | pp 292-342
- Antipa G. 1916 Pescăria și pescuitul în România, Academia Română, Publicațiunile fondului Vasile Adamachi Tomul VIII. – No. XLVI, Librariile Socec & Comp., C. Sfetea, Pavel Suru, Viena Gerold&Comp., Berlin R. Friedlaender & Sohn. , Lipsca O. Harrassovitz. pp340-344
- Antipa, G. (1909). Ichthyological Fauna of Romania (in Romanian), Institutul De Arte Grafice "Carol Göbl" Bucuresti: 251-254.
- Barbaro, Alethea B. T.; Einarsson, Baldvin; Birnir, Bjorn; Sigurðsson, Sven Þ.; Valdimarsson, Héðinn; Pálsson, Ólafur K.; et al.(2008). Modeling and Simulations of the Spawning Migration of Pelagic Fish. Center for Complex and Nonlinear Science. UC Santa Barbara: Center for Complex and Nonlinear Science. Retrieved from: <http://escholarship.org/uc/item/1jv6n689>
- Bartosiewicz L., Clive Bonsall 2004 Prehistoric fishing along the Danube, *Antaeus* 27 (2004) 253-272
- Bett, N. N. 2016 Responses of Pacific salmon to pheromones, natal water, and disturbance cues during the spawning migration (T). University of British Columbia. Retrieved from <https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/24/items/1.0314346>
- Binder T.R., Cooke S.J., and Hinch S.G. (2011) The Biology of Fish Migration. In: Farrell A.P., (ed.), *Encyclopedia of Fish Physiology: From Genome to Environment*, volume 3, pp. 1921–1927. San Diego: Academic Press.
- Bloesch J. 2016 Danube beluga sturgeon monitoring: genetic population structure and migration patterns, IN *Danube News* No. 33: 11-13
- Bloesch, J., T. Jones, et al. (2006). "An action plan for the conservation of sturgeons (Acipenseridae) in the Danube River Basin." *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft* 58(5): 81-88.
- Bratislava report 1987 Materialy z 28. Zasadnutiakomisie, Bratislava, April 1987 Zimesana Kmisia Medznzrodnejdohody a rybolovevovodach Dunaja
- Bruijne W et al. (2014): Towards a healthy Danube: Fish migration Iron Gates I & II. Part A: Project Report, Part B: Road Map by a Dutch Consortium. 20 October 2014. Client: Agentschap NL / Romanian and Serbian water authorities
- Corde I. I.1988 "Iron gates II design and performance of dams- geotechnical considerations" (June 1, 1988). International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering. Paper 29.

- Cristea Victor et al 2016 Evaluarea supraviețuirii și răspândirii în Marea Neagră a puilor de sturioni din specii amenințate critic, lansați în Dunărea Inferioară România (2013 – 2015); (Accesat la adresa: <http://www.ddni.ro/sturgeons/images/Files/rapstprpilot2013.pdf>)
- Deak G., A. M. Badilita , I. Popescu, M. Tudor 2014 Research on sturgeon migration behaviour using a new monitoring, control and alarming system. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 15, No 3, 944–953
- Deák G., Badilita A. M., Danalache T., Tudor M., (2014). The use of acoustic telemetry for providing an insight into sturgeons' behaviour and migration routes on lower Danube,. *Journal of Environmental Protection and Ecology* 15, No 3, 954 – 964
- Friedrich Thomas 2012 Historical Distribution, current Situation and future Potential of Sturgeons in Austrian Rivers (Master Thesis, Vienna, 2012) University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna and Institute of Hydrobiology and Aquatic Ecosystem Management Vienna
- Hensel, K. and J. Holcik 1997 "Past and current status of sturgeons in the upper and middle Danube River." Chapter Sturgeon Biodiversity and Conservation, Volume 17 of the series *Developments in Environmental Biology of Fishes* pp 185-200
- Holcik Juraj _ 1989 *The freshwater fishes of Europe Vol.I Part II General introduction to fishes, Acipenseriformes.*; Aula Verlag, Wiesbaden, 1989
- Houston, J. J. 1987. Status of the lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, in Canada. *Canadian Field-Naturalist* 101(2): 171-185
- Ivanov, A.P. 1987 – *Fishculture in natural waters (in Russian)*. Agropromizdat, Moskva, 420p
- Khodorevskaya, R.P., Ruban, G.I., Pavlov, D.S. 2009. Behaviour, migrations, distribution, and stocks of Sturgeons in the Volga-Caspian Basin. IN: Moscow and Neu Wulmstorf; *World Sturgeon Conservation Society Special Publication*, No. 3, pp. 50- 58.
- Koeck Barbara, Anaïs Gudefin, Pascal Romans, Julien Loubet and Philippe Lenfant 2013 Effects of intracoelomic tagging procedure on white seabream (*Diplodus sargus*) behavior and survival. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*; Volume 440, February 2013, Pages 1-7
- Kynard B., Suci R., Horgan M. 2002 Migration and habitats of diadromous Danube River sturgeons in Romania _ 1998–2000; *J. Appl. Ichthyol.* 18(2002), 529–535, Blackwell Verlag, Berlin ISSN 0175–8659
- Lagutov V. 2008 *Rescue of Sturgeon Species in the Ural River Basin NATO Science for Peace and Security Series C Environmental*. Springer , OL26142621M; ISBN 13 9781402089220
- Lenhardt Mirjana, Karoly Gyore, Andras Ronyai, Marija Smederevac-Lalić, Zoran Gačić 2009 Status of Sterlet (*Acipenser Ruthenus* L.) In Serbia and Hungary. *Conference Proceedings - IV International Conference „Fishery“*

- Marsigli, L.F. 1726: *Danubius Pannonico-Mysicus, observationibus geographicis, astronomicis, hydrographicis, historicis, physico-perlustratus*. Vol. VI. Amsterdam–The Hague.
- Nelson, T. C., Doukakis, P., Lindley, S. T., Schreier, A. D., Hightower, J. E., Hildebrand, L. R., Webb, M. A. H. (2013). Research Tools to Investigate Movements, Migrations, and Life History of Sturgeons (Acipenseridae), with an Emphasis on Marine-Oriented Populations. *PLoS ONE*, 8(8), e71552. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0071552>
- Oddmund O., Paula Adina Capota, and Anca Simion (2011) Beluga Sturgeon Community Based Tourism (Best Combat). *Journal of Coastal Research: Special Issue 61 - Management of Recreational Resources*: pp. 183 – 193.
- Onăra, D., Suci, R., Paraschiv, M., Iani, M., Holostenco, D., Taflan, E. 2011. Contributions to Understanding the Spawning Ecology of Beluga Sturgeons in the Lower Danube River, Romania International Conference on Conservation, Recovery and Sustainable Use of Danube River Sturgeons. Tulcea, Romania.
- Roland B., and G Lecointre 2000 Biology and conservation of sturgeon and paddlefish: Reviews in *Fish Biology and Fisheries* [Rev. Fish Biol. Fish.], vol. 10, no. 4, pp. 355-392.
- Seeley Harry Govier 1886 *The fresh-water fishes of Europe. A history of their genera, species, structure, habits, and distribution*. Published in London, Paris, New York Melbourne by Cassell & company, limited
- Shubina T, Popova A, Vasil'ev V. 1989. *Acipenser stellatus* Pallas, 1771. Pages 394-434 in Holcik J, ed. *The Fresh water fishes of Europe. General introduction to Fishes Acipenseriformes*, vol. Vol.1 Part II AULA-Verlag Wiesbaden: 394-434.
- Suci R., Onara D. F., Paraschiv M., Holostenco D., Hont S. 2013, Sturgeons in the Lower Danube River, IN *Danube News* No. 28: 10-16s
- Suci Radu, Suci Marieta, Paraschiv Marian 2005a Contributions to spawning ecology of beluga sturgeons (*Huso huso*) in the Lower Danube River, Romania. Extended Abstract of ISS 5 General Biology- Life History - CITES - Trade & Economy, Ramsar, Iran: 309 – 311
- Waples RS, et al. 2001. Characterizing diversity in salmon from the Pacific Northwest*. *Journal of Fish Biology* 59: 1-41.
- Winiwarter V., Martin Schmid, Severin Hohensinner and Gertrud Haidvogel 2012 *The Environmental History of the Danube River Basin as an Issue of Long-Term Socio-Ecological Research*, Springer 2013 Chapter Long Term Socio-Ecological Research, Volume 2 of the series *Human-Environment Interactions* pp 103-122