

REPORT

Bottom trawl survey and stock assessment of target species - turbot, spiny dogfish and whiting, and bycatch of thornback ray and other accompanying species off the Bulgarian Black Sea coast during the autumn-winter season of 2022.

Agricultural Academy
Institute of Fish Resources (IFR, Varna)

2023



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



The present study was conducted by a team of specialists from the Institute of Fishery Resources (IFR) – Varna, Agricultural Academy, under contract № 77/17.03.2022 with the Executive Agency for Fisheries and Aquaculture (EAFA), for turbot stock assessment in the Bulgarian Black Sea waters during the autumn-winter period of 2022.

The study was carried out with the financial support of the European Commission in accordance with Delegated Decision (EU) 2021/1167 of the Commission on April 27, 2021, to approve the multiannual program of the Union for the collection and management of biological, ecological, technical, and socio-economic data in the fisheries and aquaculture sectors from 2022 onwards, and Commission Implementing Decision (EU) 2021/1168 of April 27, 2021, approving the list of mandatory scientific research in the high seas and threshold values under the multiannual Union program for data collection and management in the fisheries and aquaculture sectors from 2022 onwards.

The study was performed in the period 08-30 December 2022 in the Bulgarian Black Sea waters on board of the "EGEO 2" fishing vessel.

The reference species of the study were turbot, spiny dogfish, and whiting, and information was collected on the bycatch species.

Scientific research team from IFR Varna

Team leader: Assoc. Prof. Elitsa Petrova - Pavlova, PhD

Participants:

Assoc. Prof. Stoyko Stoykov, PhD

Assoc. Prof. Vesselina Mihneva, PhD

Assistant Stanimir Valchev

Assistant Krasimir Georgiev

Technician Georgy Angelov

Assistant, Philip Penchev, PhD

Chief Assistant, Feriha Tserkova, PhD

Petrova E., Stoykov S., Mihneva V., Valchev S., Georgiev K., Angelov G., Penchev Ph., Tserkova F., 2023. Bottom trawl survey and stock assessment of target species - turbot, spiny dogfish and whiting, and bycatch of thornback ray and other accompanying species off the Bulgarian Black Sea coast during the autumn-winter season of 2022, Report under Contract with the Executive Agency Fisheries and Aquaculture, Bulgarian Work Plan for data collection in the fisheries and aquaculture sectors 2022, p.92.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



**BOTTOM TRAWL SURVEY FOR STOCK ASSESSMENT OF REFERENCE BOTTOM SPECIES IN
BULGARIAN BLACK SEA SECTOR DURING SPRING SUMMER SEASON OF 2022**

| | |
|--|-----------|
| 1. Results from the National Bottom Trawl Surveys in XII 2022 | 6 |
| 1.1. Fishing vessel and fishing gear | 7 |
| 2. Material and methods | 9 |
| 2.1 Information collected through the bottom trawling..... | 10 |
| 2.2. Sampling scheme..... | 11 |
| 2.3. Laboratory analyses | 12 |
| 2.4. Statistical methods | 13 |
| 3. Results | 17 |
| 3.1. Population number and biomass | 17 |
| 3.2. Catch per unit effort (CPUE)..... | 25 |
| 3.3. Catch per unit area (CPUA) | 29 |
| 3.4. Size structure | 33 |
| 3.5. Age structure | 36 |
| 3.6. Biological parameters of <i>S. maximus</i> | 38 |
| 3.7. Sex structure | 41 |
| 3.8. Weight structure | 44 |
| 3.9. Other reference species | 47 |
| 4.0. Food spectrum of <i>S. maximus</i> | 68 |
| 5. Forecasts and opportunities for exploitation | 82 |
| 6. Conclusions and recommendations..... | 84 |
| 7. References | 87 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



LIST OF FIGURES IN THE TEXT

| | |
|---|-----------|
| <i>Fig. 1. Map of the surveyed sectors, VII 2022</i> | 12 |
| <i>Fig. 2. Relative biomass (t/km²) of S. maximus by strata off the Bulgarian Black Sea coast, XII 2022</i> | 24 |
| <i>Fig. 3. Distribution of catch per unit effort (CPUE, kg/h)</i> | 28 |
| <i>Fig. 4. Distribution of the relative biomass (t/km²) of S. maximus in December, 2022.....</i> | 29 |
| <i>Fig. 5. Distribution of the relative biomass (kg / km²) and abundance (n / km²) of S. maximus in December 2022 using BioIndex version 3.2.</i> | 31 |
| <i>Fig. 6. Length structure of S. maximus catch by sex.</i> | 34 |
| <i>Fig. 7. Percentage distribution of the S. maximus abundance (ind/km²), a) undersized individuals and b) standard length.</i> | 35 |
| <i>Fig. 8. Biomass by mean size classes of S. maximus.....</i> | 36 |
| <i>Fig. 9. Age structure of turbot in December, 2022.</i> | 37 |
| <i>Fig. 10. Spatial distribution and age structure of S. maximus in December, 2022.</i> | 38 |
| <i>Fig. 11. S. maximus: Length-weight relationships in December, 2022.</i> | 39 |
| <i>Fig. 12. Percentage distribution and relation between the average length (ML) and coefficient of Fulton (K) by age groups (A) and an average weight (g) of turbot by age groups (B)</i> | 41 |
| <i>Fig. 13. Sex structure of S. maximus in December, 2022: distribution by stations (female, male and juvenile specimens are indicated by: purple, blue and grey, dark blue – presence of both sexes and juveniles).</i> | 42 |
| <i>Fig. 14. Females' specimens: Percentage distribution by length classes.</i> | 43 |
| <i>Fig. 15. Male specimens: Percentage distribution by length classes.</i> | 44 |
| <i>Fig. 16 Weight structure of S. maximus.....</i> | 45 |
| <i>Fig. 17 Weight structure of S. maximus catches by sex: A) immature specimens, B) female and C) male specimens;</i> | 46 |
| <i>Fig. 18. Location of stations with bycatch from A) spiny dogfish (S. acanthias), B) flounder (Pl. flesus), C) thornback ray (R. clavata) and D) whiting (M. merlangus)</i> | 48 |
| <i>Fig. 19 Length structure of M. merlangus catch by sex.</i> | 51 |
| <i>Fig. 20. Age structure by age of M. merlangus in December, 2022</i> | 52 |
| <i>Fig. 21 M. merlangus: Length-weight relationships by sex, December 2022.</i> | 52 |
| <i>Fig. 22 Weight structure of M. merlangus catches by sex: A) female, B) male and C) undetermined specimens; .</i> | 53 |
| <i>Fig. 23 Gonadosomatic index (GSI) by sex of M. merlangus. Box-plot: the horizontal line is the median; the upper and lower bars show the maximum and minimum range of the data, excluding outliers.</i> | 54 |

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | |
|--|----|
| <i>Fig. 24 Abundance (n/km²) by size groups and strata for VII 2022.....</i> | 55 |
| <i>Fig. 25 Distribution of A) relative biomass (kg /km²) and B) abundance (n/km²) of M. merlangus in July 2022 according to BioIndex version 3.2.</i> | 56 |
| <i>Fig. 26 Abundance (n/km²) and size structure of S. acanthias catches by sex, A) female and B) male specimens.</i> | 58 |
| <i>Fig. 27 Weight structure of S. acanthias by sex, A) female and B) male specimens;.....</i> | 59 |
| <i>Fig. 28 S. acanthias: Length-weight relationships XII, 2022.....</i> | 60 |
| <i>Fig. 29 Abundance (n/km²) by size group and strata, XII 2022.</i> | 61 |
| <i>Fig. 30 Distribution of the relative biomass by hauls (kg / km²) of S. acanthias in XII 2022 according to BioIndex version 3.2.</i> | 62 |
| <i>Fig. 31 Abundance (n/km²) and size structure of Raja clavata by sex, A) female, and B) male specimens.</i> | 64 |
| <i>Fig. 32 Weight structure by sex of Raja clavata catches, A) female and B) male specimens;</i> | 65 |
| <i>Fig. 33 Raja clavata: Length-weight relationships XII, 2022</i> | 66 |
| <i>Fig. 34 Abundance (n/km²) by size group and strata for XII 2022.</i> | 67 |
| <i>Fig. 35 Distribution of A) relative biomass (kg /km²) and B) abundance (n/km²) of Raja clavata in XII 2022 according to BioIndex version 3.2.</i> | 68 |
| <i>Fig. 36 Box-plot: ISF values (% BW) in XII, 2022</i> | 70 |
| <i>Fig. 37 Spatial distribution of ISF (% BW) during the winter season 2022.....</i> | 71 |
| <i>Fig. 38 IRI values of food components in turbot food in winter season 2022</i> | 73 |
| <i>Fig. 39 Percentages by species (% , IRI) in the turbot food spectrum in winter season 2022.</i> | 74 |
| <i>Fig. 40 Box-plot: ISF values: a) Squalus acanthias, b) Raja clavata and c) Merlangus merlangus, XII 2022.....</i> | 78 |
| <i>Fig. 41 IRI values of food components - Squalus acanthias, XII 2022.</i> | 80 |
| <i>Fig. 42 IRI values of food components - Raja clavata, XII 2022.....</i> | 81 |
| <i>Fig. 43 IRI values of food components - Merlangus merlangus XII 2022.</i> | 81 |
| <i>Fig. 44 S. maximus: Length-weight relationships in 2022 г.....</i> | 82 |
| <i>Fig. 45 Yield per recruit curves with different ages of first capture (T_c) - 2,3,4.</i> | 83 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



BOTTOM TRAWL SURVEY FOR REFERENCE STOCK ASSESSMENT IN BULGARIAN BLACK SEA SECTOR DURING AUTUMN WINTER SEASON OF 2022

1. Results from the National Bottom Trawl Surveys in XII 2022

During 08-30 December 2022, within the frames of the National Programme for Fisheries Data Collection, the research team from IFR - Varna has conducted a demersal trawl survey with the fishing ship "EGEO 2" in the Bulgarian Black Sea waters - between Durankulak and Ahtopol, within the 100-meter isobath.

The field survey included the following main activities:

- Data about depth and geographic coordinates of start and end points of trawling were collected;
- Bottom trawl sampling;
- Qualitative and quantitative analyses of catches, identification of biological diversity, and biometric measurements;
- Collection of otoliths for age determination;
- Sampling and analysis of stomach contents were performed to identify the quantity and composition of consumed food.

This report is based on collected field data and laboratory analyses that establish the distribution and magnitude of the relative biomass and abundance of the target species. Analyses performed in relation to turbot included the assessment of biomass and abundance of this target species by depth strata, study of the size-age and sex structure of the stock, calculations of linear-weight dependences and parameters in the von Bertalanffy equation, and identification of the peculiarities of turbot nutrition. Analyses of *Merlangius merlangus* included the study of the size-age and sex structure, calculation of length-weight dependences, and parameters in the von Bertalanffy equation and food spectrum. All applicable biological indicators were determined and provided for all specimens of *S.*

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



acanthias caught. The stock assessment of the target species was based on the application of the standard methodology (methodology and software products) used in previous trawl surveys of the species in the Black Sea.

The report contains a series of tables and figures that present the distribution of current biomass and numbers as well as the size, age, and sex structure of the population of the target species, as well as data on bycatch species in the study area.

1.1. Fishing vessel and fishing gear

The trawl surveys were conducted onboard the fishing ship "EGEO 2" (picture 1) with the following parameters:

- Fishing vessel length -19.5 m;
- Maximum width – 5.9 m;
- Fishing vessel year of built in 2005
- Engine power – 367.75 kW;
- Maximum tonnage – 38.24t;
- Net tonnage – 11.43 t;
- Speed – 9.5 Nd;
- Crew - 3 people;
- Research team: Three people.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Picture 1. Fishing ship

During the studies, a fishing bottom trawl 32/27-34 was applied (picture 2), with following functional and technical parameters

- Trawl vertical opening - 2 m;
- Effective part of Headrope - 13 m;
- Effective part of Footrope - 15 m;
- Trawling speed - 2.2 - 2.6 Nd;
- Trawling duration - 60 min.
- Mesh size – 90 mm.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Picture 2. Bottom mrawl 32 / 27-34.

2. Material and methods

The reference species of the demersal survey was turbot (*Scophthalmus maximus*), spiny dogfish (*Squalus acanthias*), whiting (*Merlangius merlangus*) and bycatch from the thornback ray (*Raja clavata*) were also measured and analysed.

The methodology and techniques, used for data collection, verification, processing and analysis and for all reference species stock assessment were following the generally applied methodology in the Bulgarian Black Sea zone.

Field data were collected using standard techniques (bottom trawl) and remained constant throughout the surveys. The GPS system of the ship was connected to the EAFA satellite system for monitoring fishing vessels (VMS), and the ship location was strictly controlled during trawling.

Stratified sampling

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



By sampling individual "strata," the population was divided into geographic regions to spread the monitoring effort evenly across space. Prior information about variable variations was used to improve the efficiency of the survey in estimating the mean values and variance. For this purpose, in stratified sampling (of one species), each sample consisted of 50 fish (large fish) and up to 100 fish (small fish) for reliable statistical analyses.

2.1 Information collected through the bottom trawling

- Depth - measured with echo-sounder;
- GPS coordinates of the starting and end points of trawling;
- Trawling duration;
- Abundance of fish species in trawls;
- Weight of total catch in the trawl;
- Absolute and standard length; weight of collected specimens;
- Collection of otoliths for age determination;
- Sex identification;
- Bycatch species composition;
- Stomachs for stomach content analysis of the reference species;

For biomass calculations of the reference species, catch per unit effort (CPUE) (kg/h) and catch per unit area (CPUA) (kg/km²) were used.

The results are presented in the form of maps and tables that include the data for:

- Survey area (km²);
- Catch per unit effort (kg/trawl)
- Catch per unit area (t/km²);
- Abundance index (individual/km²);
- Limits of variation of CPUA;
- Total biomass (t.);
- Abundance (ind);

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



2.2. Sampling scheme

To establish the abundance and biomass of the reference species off the coast of Bulgarian Black Sea, a standard methodology for stratified sampling (Gulland, 1966; Sparre and Venema, 1998) was applied. The zones in which trawling was performed are shown in Figure 1.

The surveyed region was divided into four strata depending on the depth: stratum 1 (15–35 m), stratum 2 (35–50 m), stratum 3 (50–75 m), and stratum 4 (75–100 m). To assess turbot abundance and biomass, the surveyed territory was divided into 143 squares, each with sides of 5×5 Nm and an area of 25 Nm^2 (or 85.8569 m^2). Sampling was carried out at 40 randomly chosen fields (rectangles), situated at depth between 15–100 m. Each rectangle has sides of $5' \text{Lat} \times 5' \text{Long}$, and the total area is 62.58 km^2 (measured by GIS). Each field is marked with letters and digits for better distinction.

The duration of each haul was 60 min. at a trawling speed of 2.4 knots.

On the ship board, the absolute and standard lengths, as well as the individual weight of each specimen from the reference species, were measured to determine the size and weight structure of the stocks.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

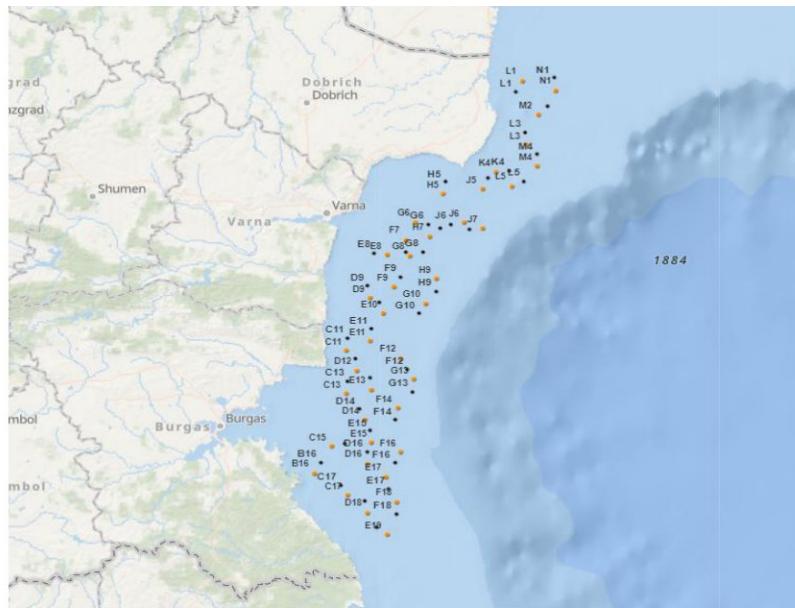


Fig. 1. Map of the surveyed sectors, VII 2022

2.3. Laboratory analyses

After collecting samples onboard, the ship, age, degree of sexual maturity, and nutritional spectrum of the target species were determined under laboratory conditions. The ages of the turbot and whiting were determined from the otoliths using a binocular microscope. To determine the size-weight structure of the catches, the average, minimum, and maximum lengths and weights of individuals of both sexes were calculated, and the percentage distribution by size class (TL, cm) was determined.

To identify the food composition, 169 stomachs were collected (turbot, sharks, whiting, thornback ray, and red mullets) in autumn-winter 2022. The stomach content analysis included the identification of the taxonomic composition and total number of food components, weight, and frequency of occurrence of each food component. The index

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



of relative importance (IRI) was used to determine the significance of each food component in the trophic spectrum (Pinkas et.al., 1971):

$$IRI = (C_N + C_W) * F,$$

C_N - percentage share of the food item i in total number; C_W - percentage share of the food item i in the total weight; F – frequency of occurrence.

IRI, expressed as a percentage, was calculated using the following equation (Cortes, 1997):

$$\%IRI_i = \frac{100 * IRI_i}{\sum_{i=1}^n IRI_i}$$

n – total number of the taxonomic categories at a given taxonomic level

2.4. Statistical methods

Swept areas method

To determine the relative biomass of the reference species, the swept area method was applied using the BiolIndex program : R code to perform bottom trawl data analysis using the MEDITS file format (TA,TB and TC), which enables the calculation of standardized biomass and abundance and length frequency distributions, sex ratio by size class and many other useful results such as: quality checks, trawl positions, period, etc. (<https://data.europa.eu/doi/10.2760/5799>, <https://cran.r-project.org/web/packages/MEDITS/MEDITS.pdf>)

The swept area is computed according to a simple formula: in the TA file are stored distance covered and net wing opening, so it is only a matter to run `sqkm=TAn$wing_opening/10000000*TAn$distance` assignment of each haul to one of the five stratification MEDITS depth strata is performed according to the haul mean depth mean depth =(TAn\$shooting_depth+TAn\$hauling_depth)/2.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



<https://data.europa.eu/doi/10.2760/5799>,

Biomass and abundance indices (kg/km², n/km²)

To estimate the mean, variance, standard deviation, and coefficient of variation of the abundance indices in number and weight by square kilometer using stratified random sampling, the following formulations were used (Cochran, 1977; Souplet, 1996):

Average by strata:

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} x_{i,j}}{\sum_{j=1}^{n_i} A_{i,j}}$$

$x_{i,j}$ is the weight of individuals caught in the individual hauls of the stratum and $A_{i,j}$ is the corresponding swept area . The variance was calculated using the following formula:

$$S_{x_i}^2 = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i} A_{i,j} \left(\frac{x_{i,j}}{A_{i,j}} - \bar{x}_i \right)^2$$

The abundance index of the main strata (shelf, slope, and total) was computed using the following formula (Souplet 1996):

$$I = \sum_{i=1}^N w_i \bar{x}_i$$

w_i is the weight of each individual stratum, calculated as the ratio between the area of the stratum and total area of the study area. The variance in this case is given by the following formula:

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



$$\text{var}(I) = \sum_{i=1}^N \frac{W_i^2 S_{x_i}^2}{\sum_{j=1}^{n_i} A_{i,j}} (1 - f_i)$$

where f_i is the ratio between the swept area and area of the stratum, that is, the correction factor for finite populations (fpc). Standard deviation is:

$$\text{s.d.} = \sqrt{\text{Var}(I)}$$

and the Coefficient of Variation is.

$$\text{CV\%} = (\text{s.d.}/I) * 100$$

The catch per unit effort (CPUE) was calculated by dividing the trawl catch by the fishing hours (kilograms/hour):

$$\text{CPUE} = \text{yield/effort}$$

Maximum sustainable yield

Gulland's formula for virgin stock is:

$$MSY = 0.5 * M * B_v$$

M – coefficient of natural mortality, B_v - biomass of virgin stock.

A generalized version of Gulland was proposed by Cadima (in Troadec, 1971) for exploited fish stocks for which only limited data are available for stock assessment:

$$MSY = 0.5 * Z * \bar{B}$$

\bar{B} - Mean annual biomass, Z = total mortality.

Because $Z = F + M$ and $Y = F * \bar{B}$, Cadima suggested that in the absence of data for Z, the equation can be rewritten:

$$MSY = 0.5 * (y + M * \bar{B})$$

y – total catch in one year, \bar{B} - mean biomass in the same year.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



TAC - total allowable catch, Prediction models

Beverton and Holt yield per recruit model (1957):

$$Y/R = F * \exp[-M * (T_c - T_r)] * W_{\infty} * \left[\frac{1}{Z} - \frac{3S}{Z+K} + \frac{3S^2}{Z+2K} - \frac{S^3}{Z+3K} \right]$$

$S = \exp[-K(T_c - t_0)]$, K = von Bertalanffy growth parameter, t_0 = von Bertalanffy growth parameter, T_c = age at first capture, T_r = age at recruitment, W_{∞} = asymptotic body weight, F = fishing mortality, M = natural mortality, $Z = F + M$, total mortality.

The formulae of Pauly (1983) were used to evaluate the exploitation ratio: $E = F/Z$, E = exploitation ratio, F = fishing mortality, and Z = total mortality.

Jones' Length-Based Cohort Analysis (1981)

Jones' length-based cohort analysis:

$$\exp\left(\frac{M}{2} * \Delta t\right) = \exp\left[\frac{M}{2} * \frac{1}{K} * \ln\left(\frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2}\right)\right] = \exp\left[\ln\left(\frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2}\right)^{M/2K}\right] = \left[\frac{L_{\infty} - L_1}{L_{\infty} - L_2}\right]^{M/2K}.$$

Age and growth

To estimate turbot growth rate, the von Bertalanffy growth function (1938) was applied (according to Sparre and Venema, 1998):

$$L_t = L_{\infty} \left\{ 1 - \exp[-k(t - t_0)] \right\}$$

$$W_t = W_{\infty} \left\{ 1 - \exp[-k(t - t_0)] \right\}^n$$

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



L_t , W_t are the length or weight of the fish at age t years; L_∞ , W_∞ - asymptotic length or weight; k – curvature parameter; t_0 - the initial condition parameter.

The length – weight relationship was obtained using the following equation:

$$W_t = qL_t^n$$

q -constant in length-weight relationship; n - constant in length-weight relationship.

Fulton's coefficient - K (Nash et al. 2006) is calculated using the measured weight and length of the respective specimens: $K = 100 * (W/L^3)$, where - W - weight, L - length.

Natural mortality (M)

Pauly's empirical formula (1979, 1980) was applied:

$$\log M = -0.0066 - 0.279 * \log L_\infty + 0.6543 * \log k + 0.4634 * \log T^\circ C$$

$$\log M = -0.2107 - 0.0824 * \log W_\infty + 0.6757 * \log k + 0.4687 * \log T^\circ C$$

L_∞ , W_∞ and k – parameters in von Bertalanffy's equation; $T^\circ C$ - the annual average temperature of the seawater in the horizons of habitation and reproduction of the species.

Method of Richter si Efanov (1976)

$$M = \frac{1.521}{(t_{mat.50\%})^{0.720}} - 0.155$$

t_{mat} – age at first maturation.

Stock exploitation (E)

is determined by Pauly (1983): $E = F/Z$,
where Z - total mortality, and F - fishing mortality.

3. Results

3.1. Population number and biomass

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



During the demersal trawl survey in XII 2022, the following activities were conducted:

- 36 hauls with a bottom trawl, with a duration of 60 min, at depths between 15 m and 100 m, covering the entire continental shelf of the Bulgarian Black Sea zone between Durankulak and Ahtopol (Picture 3).

For each haul, qualitative and quantitative analyses of the catch were performed, including biometric measurements of 145 turbot, 88 European flounder, 66 thornback ray (*Raja clavata*), and 46 spiny dogfish specimens (Pictures 4 and 5).



Picture 3. Bottom trawling yield

The constant presence of *S. maximus* was established in almost all bottom trawls at a depth of 75-100 m with a yield of at least 1-5 individuals per haul (where catch ≠ 0). At depths of 15-50 m, the average recorded catch was small, and at 50-75 m, the average catch of turbot increased. At three fields, a high yield was obtained, with ranges between 20.0 to 32.0 kg/trawl.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Picture 4. Yield of turbot (*Scophthalmus maximus*) and bycatch species: *Merlangius merlangus* (whiting), *Platichthys flesus* (European flounder), *Raja clavata* (thornback ray), spiny dogfish (*Squalus acanthias*), and *Mullus barbatus* (red mullet).

Forty-six specimens of dogfish (*Sq. acanthias*) were captured during the survey, with size and weight that varied from - 31.5 cm /0.15 kg and 132 cm/10.16 kg.

In addition to the catch of turbot, relatively high quantities of whiting have been found (*Merlangius merlangus euxinus*), European flounder (*Platichthys flesus luscus*) and

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



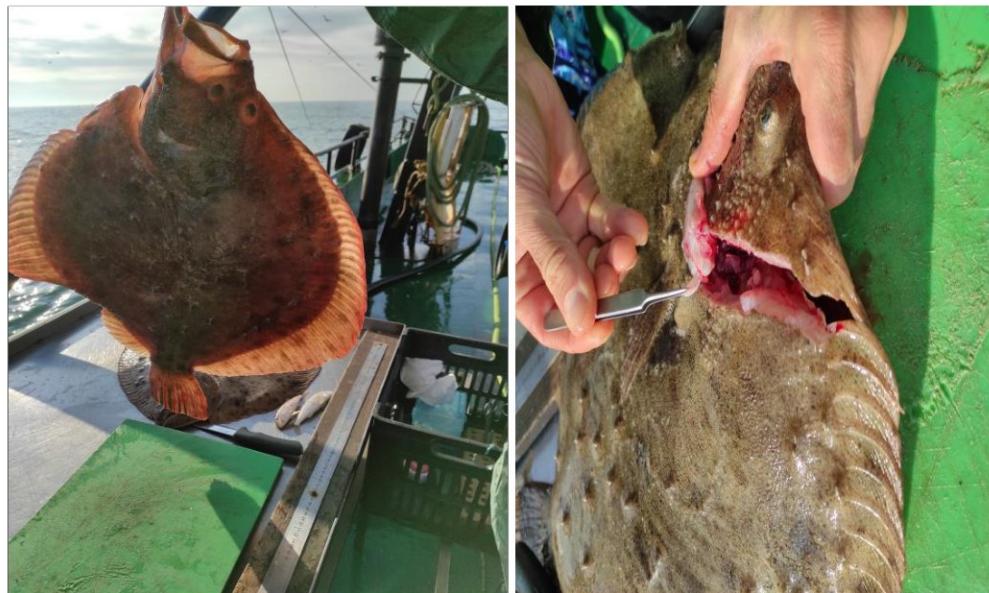
ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



thornback ray (*Raja clavata*). Other bycatch species were round gobies (*Neogobius melanostomus*), black scorpionfish (*Scopana porcus*), black mussels (*Mytilus galloprovincialis*), and rapana (*Rapana venosa*).



www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Picture 5. Biometric measurements and sampling were conducted to study the stomach contents.

Comments on the biomass of *Scophthalmus maximus* in the Bulgarian waters by strata

Trawling at a depth of up to 30 m covered only three stations, and because of their small number, they were grouped together with the stations preformed up to 50 m; thus, statistical analysis was conducted for the stratum 15–50 m. The biomass of the three shallow stations (at a depth < 30 m) reached respectively - 114.58 kg/km², 114.99 kg/km² and 136.01 kg/km², with abundance –68.61 ind/km², 34.48 ind/km² and 33.75 ind/km². At these stations, the highest yield was found off the under Shkorpilovtsi, Kamchiq and Kavarna (Table 1, Figures 2).

The average value of the relative biomass of turbot varied as in strata 50-75 and 75-100 m, and the highest average biomass was detected in the stratum 75-100 m - 0.183 t/km², while the highest average abundance was found again in the same stratum - 103.80 ind/km² (Table 1, Fig 2 and 3).

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Information about the yields by stratum is provided below.

Stratum 15 - 50 m

In this stratum, the average value of the relative biomass has the low values - 0.00 - 226.40 kg/km², on average 89.81 kg/km² (Table 1, Fig. 2). The abundance indices varied between 0 and 101 individuals/km², with an average of 39 ind/km² (Table 2).

Stratum 50 - 75 m

The relative turbot biomass fluctuated between 0.00 and 347.74 kg/km², 164.74 kg/km² on average (Table 1, Fig. 2 and 3). The abundance indices varied between 0 and 168 ind/km², with an average value of 73 ind/km² (Table 2; Figs. 2 and 4).

Stratum 75 - 100 m

The average relative turbot biomass in this stratum has increased - 185.07 kg/km² (varied from 23.00 - 540.21 kg/km²), (Table 1, Fig. 2 and 4), with average abundance - 104 ind/km² (Table 2).

Table 1

Turbot biomass by strata, December 2022.

| 15 - 50 м | | 50 – 75 м | | 75-100 м | |
|-------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
| No. station | t/km ² | No. station | t/km ² | No. station | t/km ² |
| 17 | 0.115 | 9 | 0.181 | 13 | 0.149 |
| 1 | 0.115 | 28 | 0.150 | 18 | 0.540 |
| 4 | 0.136 | 20 | 0.000 | 34 | 0.084 |
| 3 | 0.000 | 10 | 0.343 | 31 | 0.023 |
| 8 | 0.182 | 22 | 0.045 | 14 | 0.275 |
| 2 | 0.109 | 16 | 0.029 | 33 | 0.159 |
| 5 | 0.027 | 29 | 0.125 | 32 | 0.055 |
| 26 | 0.025 | 12 | 0.243 | 36 | 0.060 |
| 27 | 0.059 | 11 | 0.273 | 35 | 0.320 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



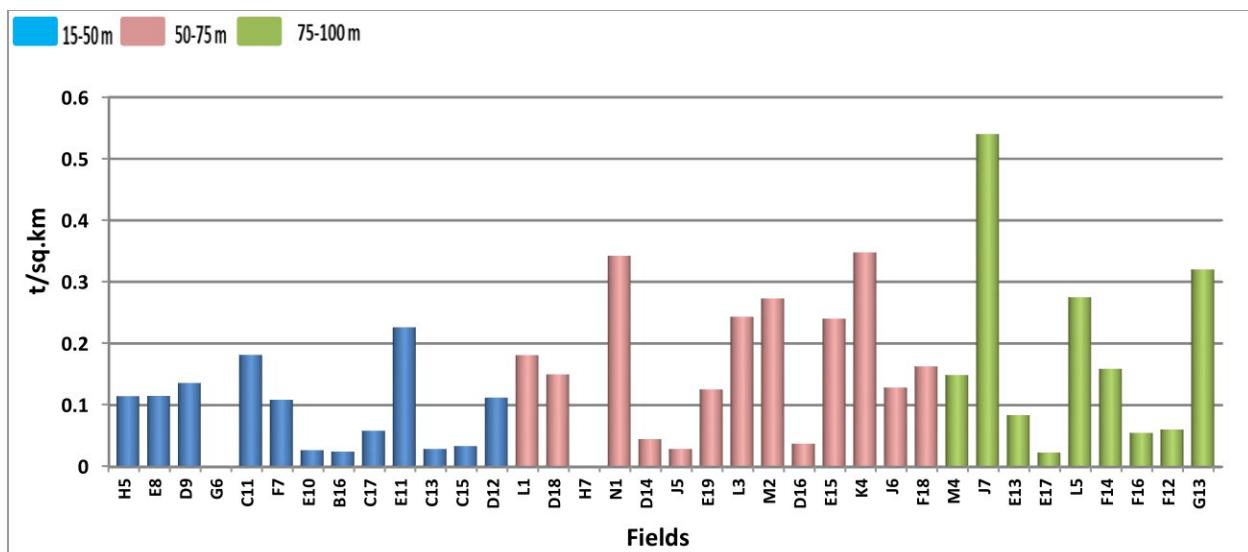
ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | | | |
|------------------------------------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| 6 | 0.226 | 24 | 0.037 | | |
| 21 | 0.029 | 23 | 0.240 | | |
| 25 | 0.034 | 15 | 0.348 | | |
| 7 | 0.112 | 19 | 0.129 | | |
| | | 30 | 0.163 | | |
| Total | 1.167 | Total | 2.306 | Total | 1.666 |
| Average | 0.089 | Average | 0.165 | Average | 0.185 |
| Variance | 0.109 | | 0.156 | | 0.149 |
| Standard deviation | 0.019 | | 0.030 | | 0.056 |
| Relative standard deviation | 0.068 | | 0.114 | | 0.167 |
| Standard error | 0.005 | | 0.013 | | 0.028 |



www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



*Fig. 2. Relative biomass (t/km²) of *S. maximus* by strata off the Bulgarian Black Sea coast, XII 2022*

Table 2 presents detailed data on turbot abundance by strata in December 2022.

Table 2
Abundance of *S. maximus* by stratum in December 2022.

| 15 - 50 м | | 50 – 75 м | | 75-100 м | |
|---------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| No. station | No. Ind./km ² | No. station | No. Ind./km ² | No. station | No. Ind./km ² |
| 17 | 69 | 9 | 68 | 13 | 67 |
| 1 | 34 | 28 | 35 | 18 | 272 |
| 4 | 34 | 20 | 0 | 34 | 68 |
| 3 | 0 | 10 | 154 | 31 | 17 |
| 8 | 69 | 22 | 51 | 14 | 184 |
| 2 | 34 | 16 | 17 | 33 | 69 |
| 5 | 17 | 29 | 34 | 32 | 34 |
| 26 | 17 | 12 | 102 | 36 | 34 |
| 27 | 35 | 11 | 85 | 35 | 187 |
| 6 | 69 | 24 | 17 | | |
| 21 | 17 | 23 | 119 | | |
| 25 | 17 | 15 | 168 | | |
| 7 | 101 | 19 | 68 | | |
| | | 30 | 103 | | |
| Total | 513 | Total | 1020 | Total | 932 |
| Average | 39 | Average | 73 | Average | 104 |
| Variance | 34.37 | | 68.07 | | 68 |
| Standard deviation | 8.03 | | 13.78 | | 29 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | | | |
|-----------------------------|--------|--|---------|--|---------|
| Relative standard deviation | 28.97 | | 51.57 | | 88 |
| Standard error | 839.18 | | 2659.67 | | 7822.64 |

3.2. Catch per unit effort (CPUE)

Catches from a total of 36 trawls were distributed as follows:

- 14 hauls (38.89 %), catch 0.1 - 4.99 kg per haul;
- 11 hauls (30.56 %), catch 5.0 - 9.99 kg per haul;
- 11 hauls (30.56 %), catch 10.0 - 32.00 kg per haul;

Stratum < 30 м; 3 hauls:

- 3 hauls, catch 5.99 - 10 kg per haul

Stratum 31 - 50 м; 10 hauls:

- 5 hauls, catch - 0.1 - 4.99 kg per haul;
- 5 hauls, catch - 5.0 - 15.0 kg per haul;

Stratum 50 – 75 м; 13 hauls:

- 4 hauls, catch 0.1 - 4.99 kg per haul;
- 4 hauls, catch 5.0 - 9.99 kg per haul;
- 6 hauls, catch 10.0 - 24.99 kg per haul;

Stratum 75 – 100 м; 9 hauls:

- 4 hauls, catch 0.1 - 4.99 kg per haul;
- 2 hauls, catch 5.0 - 9.99 kg per haul;
- 3 hauls, catch 10.0 - 32.0 kg per haul;

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



The CPUE distribution for December 2022 is presented in Table 3 and Fig. 3.

Table 3

The sampling stations, coordinates and CPUE (kg/trawl) in December 2022

| № | Field | Starting coordinates | | Depth (m) | Speed (Nm) | Trawling time (min) | Catch turbot | |
|----|-------|----------------------|----------|-----------|------------|---------------------|--------------|-------|
| | | Φ | λ | | | | N | Kg |
| 1 | E8 | 4304.7 | 2806.288 | 24 | 28 | 2.4 | 2 | 6.67 |
| 2 | F7 | 4305.296 | 2813.957 | 35 | 32.5 | 2.4 | 2 | 6.33 |
| 3 | G6 | 4311.17 | 2816.53 | 30.5 | 27 | 2.4 | 0 | 0 |
| 4 | D9 | 4258.15 | 2804.75 | 28.5 | 31 | 2.4 | 2 | 8.06 |
| 5 | E10 | 4254.634 | 2807.15 | 36 | 39 | 2.4 | 1 | 1.59 |
| 6 | E11 | 4249.27 | 2805.323 | 40 | 50 | 2.4 | 4 | 13.17 |
| 7 | D12 | 4244.4 | 2804.74 | 48.5 | 44 | 2.4 | 6 | 6.64 |
| 8 | C11 | 4245.29 | 2759.414 | 34 | 32 | 2.4 | 4 | 10.58 |
| 9 | L1 | 4336.99 | 2841.385 | 50 | 50.5 | 2.4 | 4 | 10.66 |
| 10 | N1 | 4339.83 | 2850.9 | 56 | 67 | 2.4 | 9 | 20.04 |
| 11 | M2 | 4334.35 | 2849.09 | 64 | 66 | 2.4 | 5 | 16.07 |
| 12 | L3 | 4329.69 | 2844.11 | 63 | 67 | 2.4 | 6 | 14.29 |
| 13 | M4 | 4324.422 | 2846.639 | 76 | 79 | 2.4 | 4 | 8.89 |
| 14 | L5 | 4319.74 | 2844.145 | 80 | 80.5 | 2.4 | 11 | 16.44 |
| 15 | K4 | 4322.18 | 2839.48 | 70 | 64 | 2.4 | 10 | 20.74 |
| 16 | J5 | 4319.533 | 2834.2 | 57 | 62 | 2.4 | 1 | 1.73 |
| 17 | H5 | 4319.16 | 2824.51 | 20 | 31 | 2.4 | 4 | 6.68 |
| 18 | J7 | 4309.818 | 2830.838 | 77 | 84 | 2.4 | 16 | 31.81 |
| 19 | J6 | 4310.95 | 2829 | 70 | 56 | 2.4 | 4 | 7.55 |
| 20 | H7 | 4309.38 | 2823.3 | 53 | 44 | 2.4 | 0 | 0 |
| 21 | C13 | 4238.778 | 2759.44 | 41 | 44 | 2.4 | 1 | 1.71 |
| 22 | D14 | 4233.222 | 2802.81 | 56 | 61 | 2.4 | 3 | 2.64 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | | | | | | |
|-----------|-----|----------|----------|------|------|-----|----|-------|
| 23 | E15 | 4228.777 | 2805.444 | 67 | 68 | 2.4 | 7 | 14.16 |
| 24 | D16 | 4224.094 | 2804.48 | 64 | 62 | 2.4 | 1 | 2.2 |
| 25 | C15 | 4226.9 | 2758.4 | 46 | 39 | 2.4 | 1 | 1.97 |
| 26 | B16 | 4222.9 | 2753.1 | 37 | 37.5 | 2.4 | 1 | 1.43 |
| 27 | C17 | 4218.134 | 2757.254 | 40 | 44 | 2.4 | 2 | 3.39 |
| 28 | D18 | 4214.03 | 2802.477 | 51 | 54 | 2.4 | 2 | 8.66 |
| 29 | E19 | 4209.322 | 2806.897 | 59.5 | 65 | 2.4 | 2 | 7.3 |
| 30 | F18 | 4211.757 | 2810.528 | 75 | 80.5 | 2.4 | 6 | 9.51 |
| 31 | E17 | 4217.187 | 2809.689 | 77.5 | 77 | 2.4 | 1 | 1.34 |
| 32 | F16 | 4221.74 | 2810.99 | 83 | 84 | 2.4 | 2 | 3.23 |
| 33 | F14 | 4231.196 | 2811.223 | 80 | 79 | 2.4 | 4 | 9.2 |
| 34 | E13 | 4235.675 | 2809.528 | 77 | 75 | 2.4 | 4 | 4.93 |
| 35 | G13 | 4236.6 | 2815.757 | 88.5 | 90 | 2.4 | 11 | 18.85 |
| 36 | F12 | 4241.774 | 2814.794 | 87 | 84 | 2.4 | 2 | 3.53 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

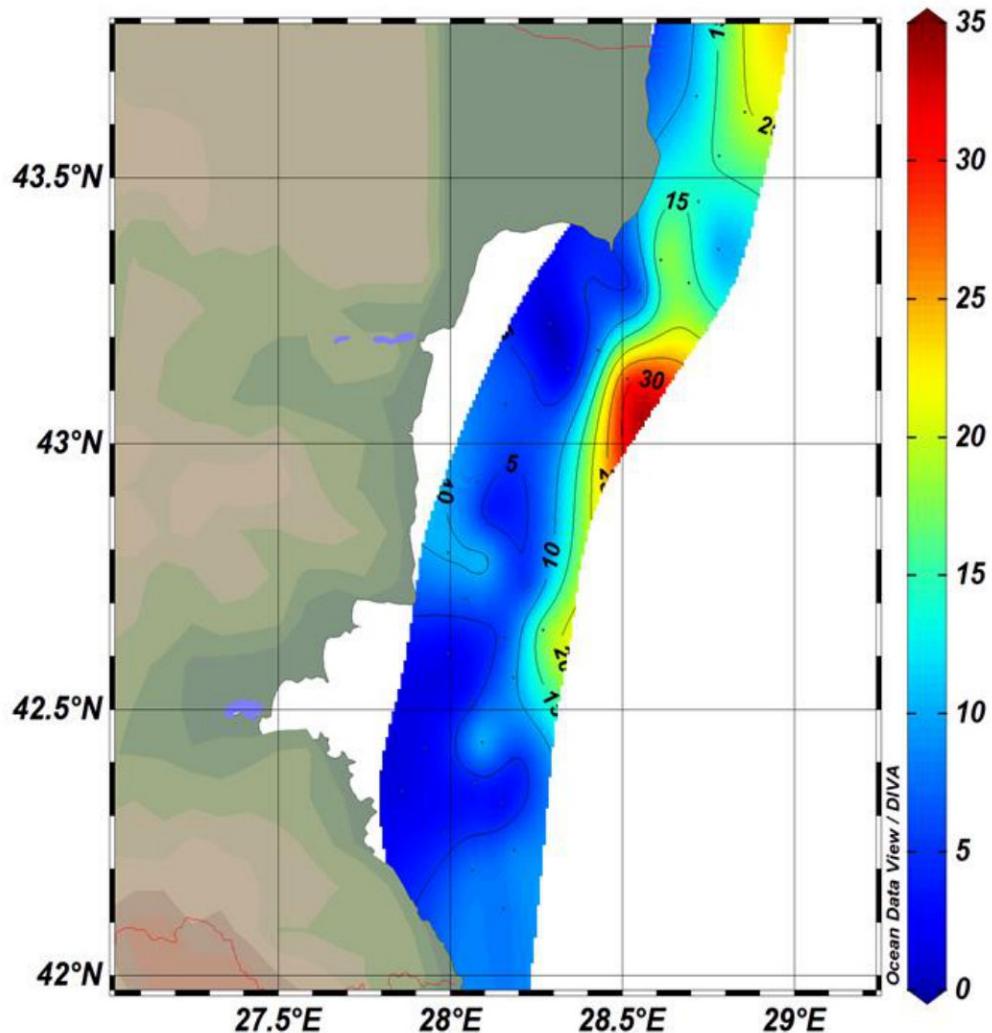


Fig. 3. Distribution of catch per unit effort (CPUE, kg/h)

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО

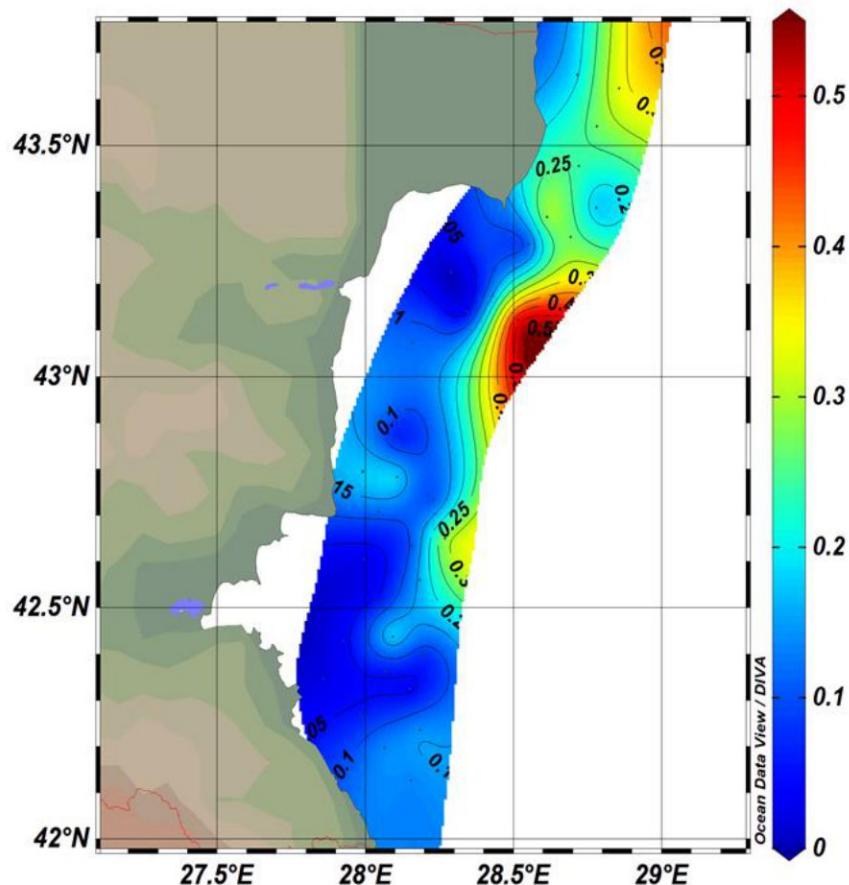


МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



3.3. Catch per unit area (CPUA)

Turbot abundance and biomass per unit area are presented in Table 4 and Fig 2 and 4, and the distribution of the relative biomass (t/km^2 and kg/km^2) and abundance (n/km^2) of *S. maximus* in December 2022 are presented in Fig.4 and 5.



*Fig. 4. Distribution of the relative biomass (t/km^2) of *S. maximus* in December, 2022.*

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО

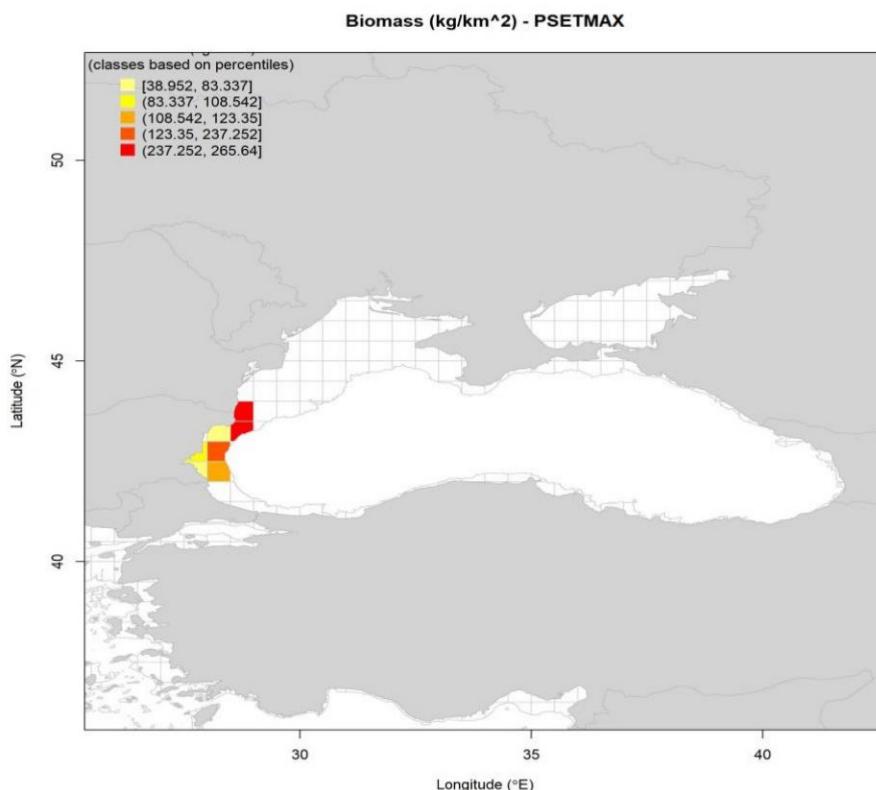


МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



High relative biomass, between 0.32 - 0.54 t/km² was established in three sectors of the Bulgarian Black Sea zone:

- in the north direction, in front of cape Kaliakra (st. K4) at depth of 70-64 m;
- off the central part of the coast in front of Varna (st. J7) at depths of 70-64;
- in the southern direction under c. Emine at depths of 88.5-90 (st. G13) (Fig.2 and 4).



www.eufunds.bg

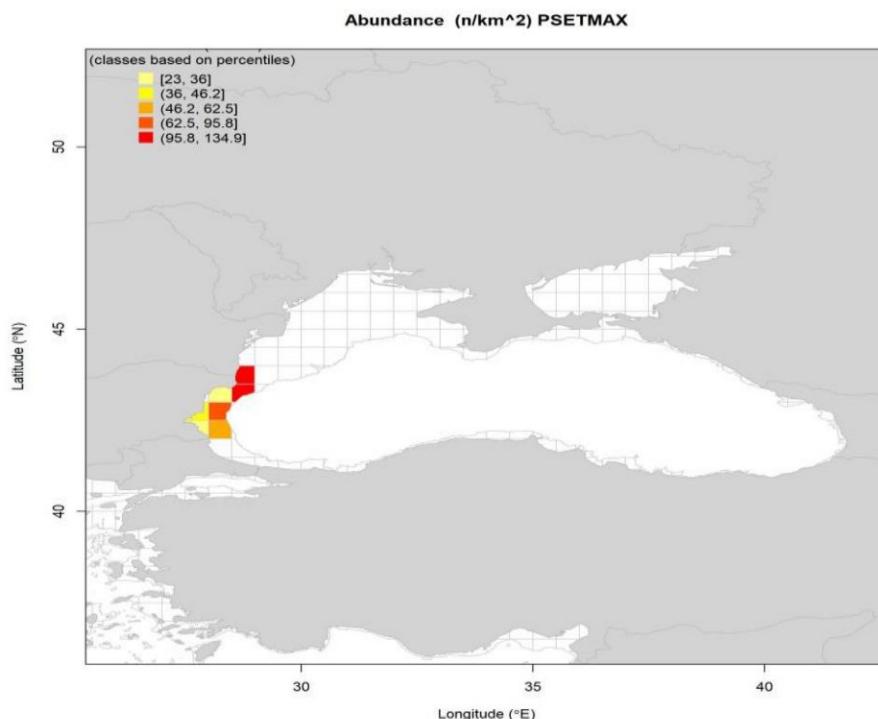
Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



*Fig. 5. Distribution of the relative biomass (kg / km²) and abundance (n / km²) of *S. maximus* in December 2022 using BiolIndex version 3.2.*

Table 4

Turbot abundance and biomass were observed in Bulgarian waters in December 2022.

| No. <i>Station</i> | <i>Field</i> | <i>t/km²</i> | <i>No. ind./km²</i> |
|-----------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|
| 1 | E8 | 0.115 | 34 |
| 2 | F7 | 0.109 | 34 |
| 3 | G6 | 0.000 | 0 |
| 4 | D9 | 0.136 | 34 |
| 5 | E10 | 0.027 | 17 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | |
|----|-----|-------|-----|
| 6 | E11 | 0.226 | 69 |
| 7 | D12 | 0.112 | 101 |
| 8 | C11 | 0.182 | 69 |
| 9 | L1 | 0.181 | 68 |
| 10 | N1 | 0.343 | 154 |
| 11 | M2 | 0.273 | 85 |
| 12 | L3 | 0.243 | 102 |
| 13 | M4 | 0.149 | 67 |
| 14 | L5 | 0.275 | 184 |
| 15 | K4 | 0.348 | 168 |
| 16 | J5 | 0.029 | 17 |
| 17 | H5 | 0.115 | 69 |
| 18 | J7 | 0.540 | 272 |
| 19 | J6 | 0.129 | 68 |
| 20 | H7 | 0.000 | 0 |
| 21 | C13 | 0.029 | 17 |
| 22 | D14 | 0.045 | 51 |
| 23 | E15 | 0.240 | 119 |
| 24 | D16 | 0.037 | 17 |
| 25 | C15 | 0.034 | 17 |
| 26 | B16 | 0.025 | 17 |
| 27 | C17 | 0.059 | 35 |
| 28 | D18 | 0.150 | 35 |
| 29 | E19 | 0.125 | 34 |
| 30 | F18 | 0.163 | 103 |
| 31 | E17 | 0.023 | 17 |
| 32 | F16 | 0.055 | 34 |
| 33 | F14 | 0.159 | 69 |
| 34 | E13 | 0.084 | 68 |
| 35 | G13 | 0.320 | 187 |
| 36 | F12 | 0.060 | 34 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | |
|------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Total | 5.139 | 2465.215 |
| Average | 0.146 | 70 |
| Total in the Bulgarian area | 1696.67 tonnes | 814,652 Ind. |

| | t/km^2 | No $ind./km^2$ |
|------------------------------------|----------|---------------------|
| Variance | 0.014 | 3701 |
| Standard deviation | 0.120 | 61 |
| Relative standard deviation | 0.843 | 0.89 |
| Standard error | 0.020 | 10 |

The calculated turbot biomass in the Bulgarian Black Sea waters amounted to **1696.67 tons**, by abundance – **814,652** individuals, respectively (Table 4).

3.4. Size structure

The information about the size structure of the turbot population was based on biometric measurements of 145 turbot specimens and included data on the absolute and standard length and individual weight (pic.5).

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

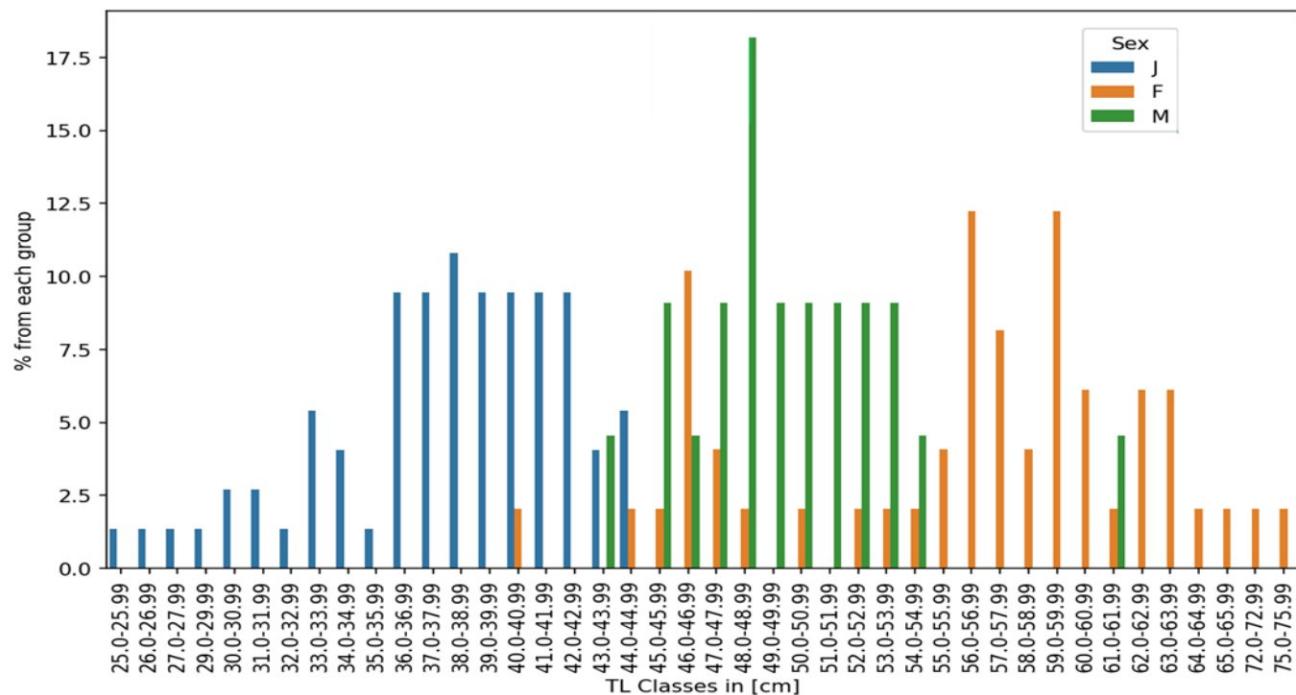


Fig. 6. Length structure of *S. maximus* catch by sex.

The absolute lengths of the measured individuals varied between 25 and 75 cm, with weights between 250 and 8720 g. The total weight of turbot catches was 301.990 kg. Distribution of the length classes was as follows: seventeen individuals were of sizes between 25-35 cm (11.72%), 60 individuals - between 36.0-44.0 cm (41.38%), 33 - in the range between 45.0-55.0 cm (22.76%) and 35 individuals - between 55.0-75.0 cm (24.14%), (Fig. 6).

Juvenile specimens prevailed in the total catch – 51.03% /74 individuals/, adult specimens were 71 /48.97%, and female individuals dominated 33.79% /49 specimens/ over males 15.17% /22 individuals/.

The size structure was analyzed in compliance with national regulations, setting out the minimum permissible length of the individuals for fishing purposes. Thus, individuals with absolute length < 45 cm were marked as undersized, and those with length > 45 cm were marked as standard.

Fig. 7 shows the total turbot abundance (ind/km²) and the distribution of undersized

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



individuals and those of standard length.

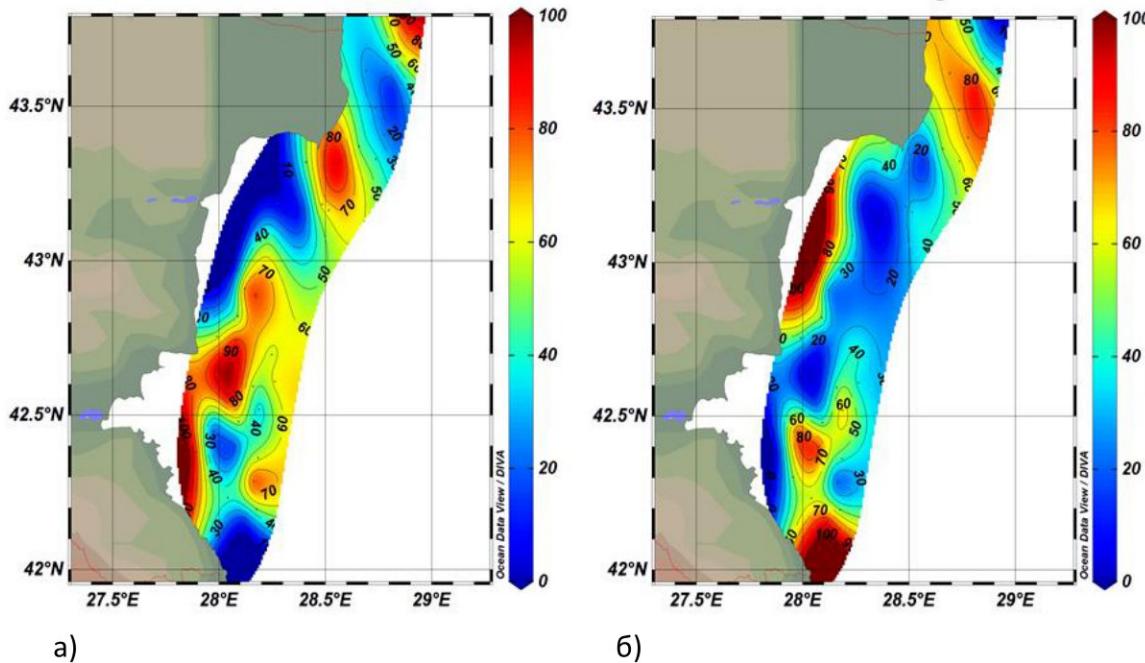


Fig. 7. Percentage distribution of the *S. maximus* abundance (ind/km^2), a) undersized individuals and b) standard length.

The relative turbot biomass by size class is shown in Fig. 8, indicating a high biomass for two length classes - those 38-48, 49-54 cm and 56-63 cm.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

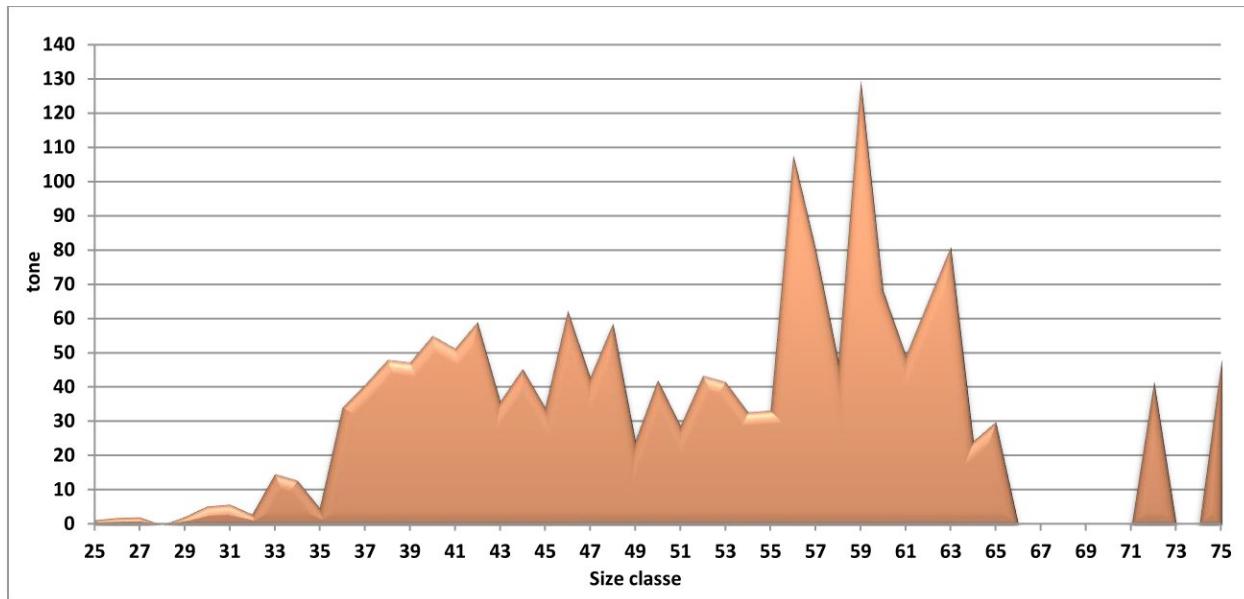


Fig. 8. Biomass by mean size classes of *S. maximus*.

3.5. Age structure

Turbot age composition was determined by analyzing 71 pairs of otoliths. The age structure included 1 - to 11 - years classes, with domination of the 3 (30.34 %), 4 (20.0 %), and 2 (15.17 %) (65.52% in total), followed by 5 and 6 - annual classes - 20.69 % (Fig. 9).

In the autumn-winter season of 2022, specimens under 45 cm (51.3%) and those over 45 cm (48.97%) had similar percentages.

Although the frequency of occurrence was small, specimens from the 8- to 11 - years classes were registered in the yield.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

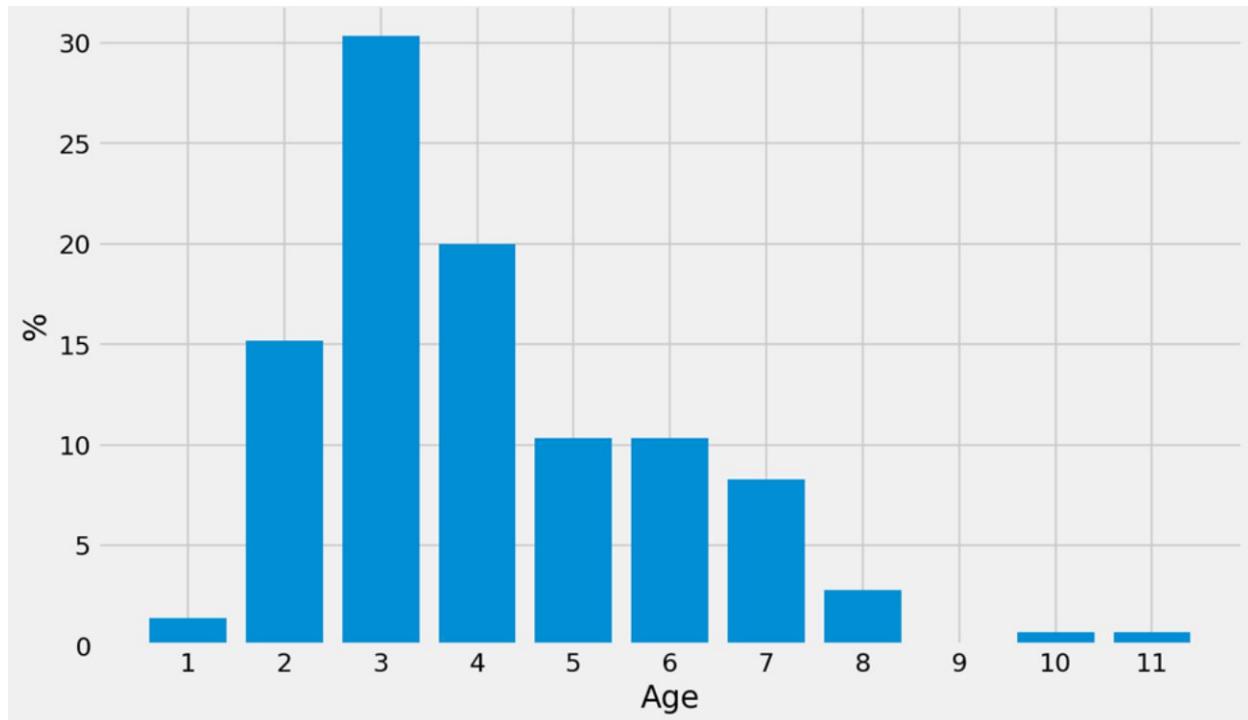


Fig. 9. Age structure of turbot in December, 2022.

The spatial distribution of *S. maximus* according to the age class in the surveyed area is shown in Fig.10.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

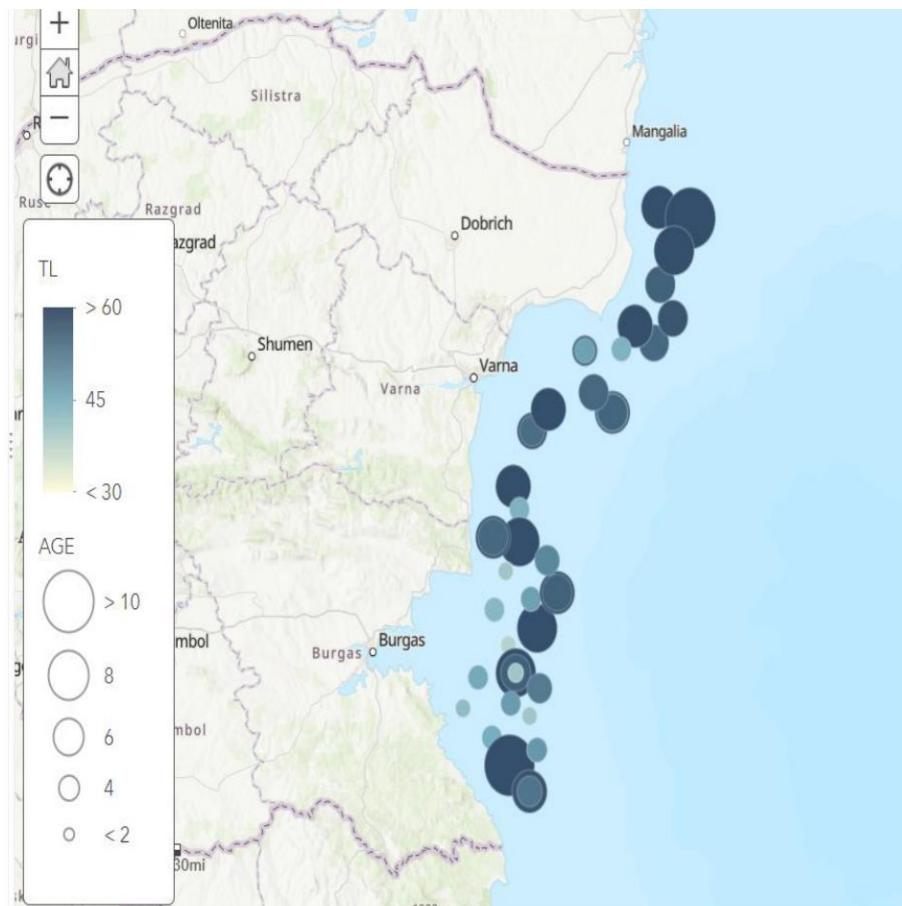


Fig. 10. Spatial distribution and age structure of *S. maximus* in December, 2022.

3.6. Biological parameters of *S. maximus*

To estimate the turbot growth rate, data on the total length and weight by age group of the two sexes were combined. The parameters k , L_∞ , and t_0 were estimated.

The calculated values of the parameters in von Bertalanffy's and L-W equation were as follows: $a = 0.0213$, $b = 2.97$, $q = -1.67$, $L_\infty = 78.95$, $k = 0.26$, $t_0 = -0.51$.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



The turbot length-weight relationship, based on autumn-winter survey data, is shown in Fig.11.

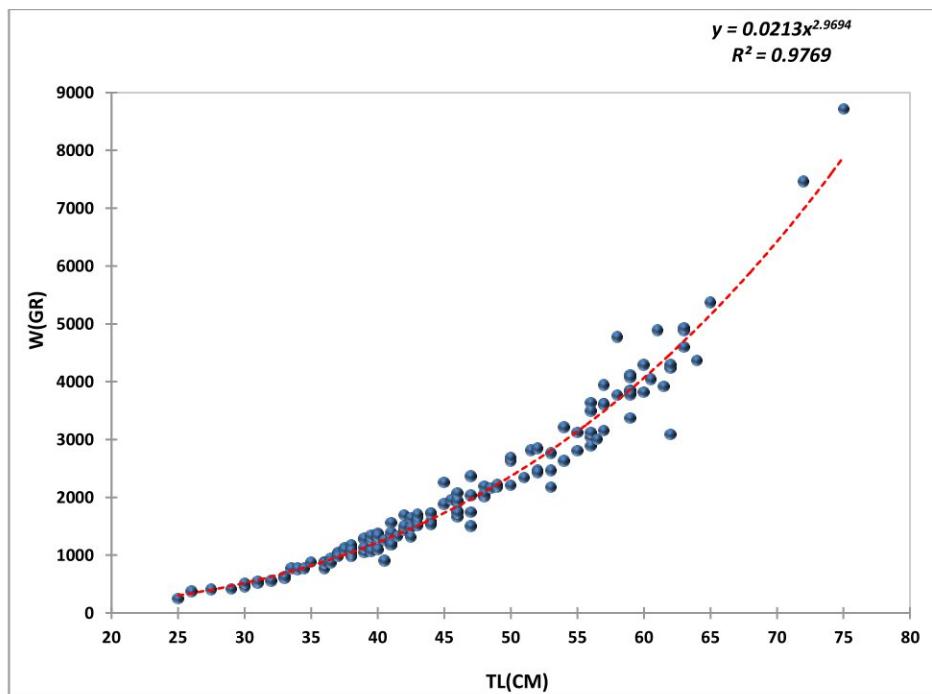


Fig. 11. *S. maximus*: Length-weight relationships in December, 2022.

The coefficient of natural mortality (M) was calculated according to Pauly's formula (1980), which describes natural mortality as a function of k, L_∞ , W_∞ , and the water temperature at the bottom layer.

$$L_\infty = L_{t \max} / 0.95$$

$$k = 1 / (t_2 - t_1) * \ln(L_\infty - L_1) / (L_\infty - L_2)$$

$$\log(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 * \log L_\infty - 1.038 * \log$$

$$\ln M = -0.0152 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln k + 0.463 \ln t_0$$

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



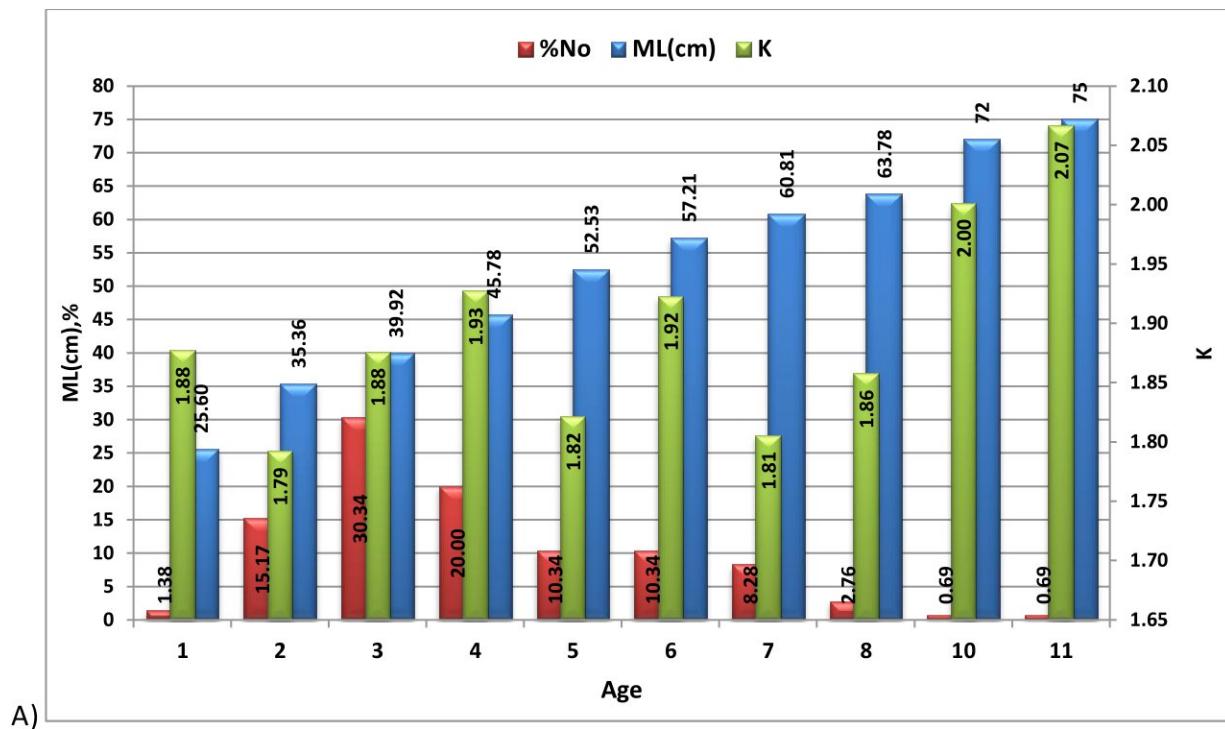
МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Considering that the water temperature was 8 °C during the study period, the coefficient of natural mortality (M) for both sexes was 0.30.

Fulton's condition factor (K)

This factor is used as a proxy for the “physiological condition” of individuals. The collected data show that the Fulton coefficient varies within small bounds with changes in the size and age of the turbot (Fig. 12).



www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

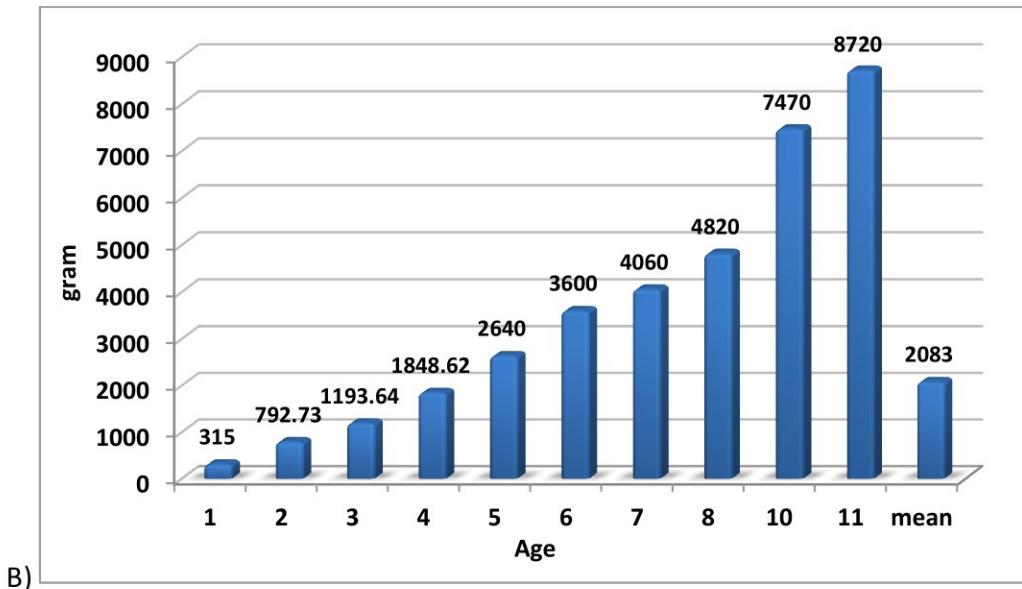


Fig. 12. Percentage distribution and relation between the average length (ML) and coefficient of Fulton (K) by age groups (A) and an average weight (g) of turbot by age groups (B)

3.7. Sex structure

Sex ratio

The results of the turbot sex structure analysis for autumn-winter 2022 are shown in Fig.13.

The results of the analysis of the sex structure of turbot catches in the Bulgarian sector of the Black Sea in the autumn-winter season of 2022 show that the total share of sexually immature individuals is 51.03 % of the total catch, and that of mature individuals is 48.97 %, females form 33.79 %, and males form 15.17 %.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



From a total of 40 fields, studied off the Bulgarian coast in December 2022, female specimens were not identified in 17 fields, in 21 fields - males were not estimated, and in 7 fields - only young forms were found, while adult specimens were absent (Fig.13).

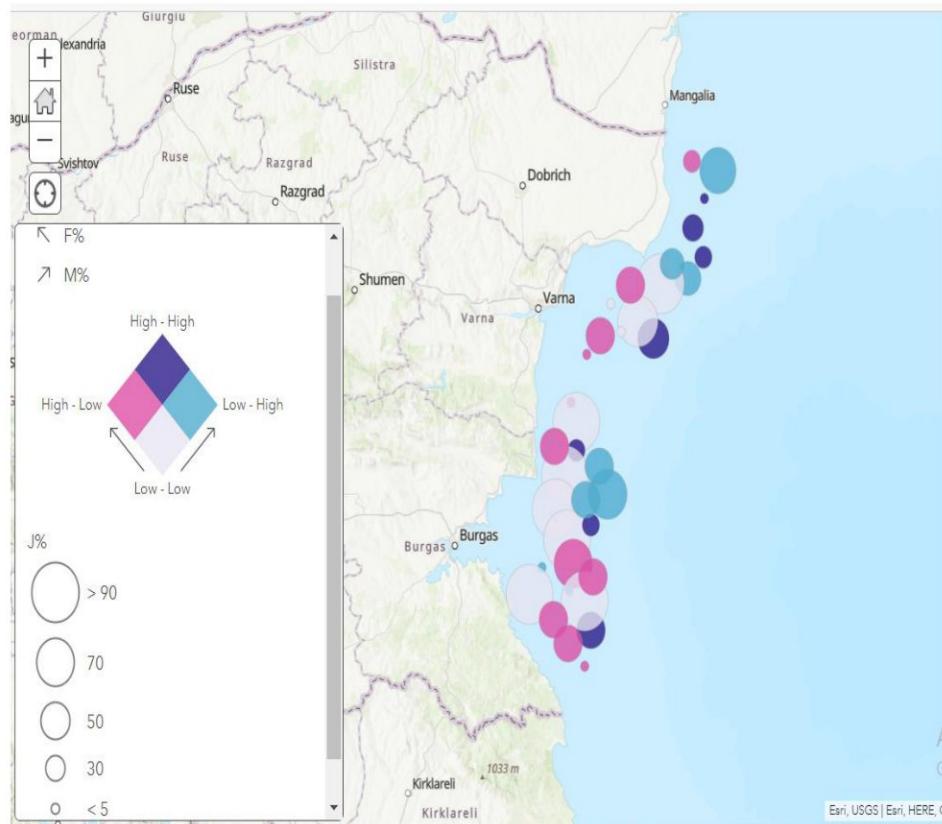


Fig.13. Sex structure of *S. maximus* in December, 2022: distribution by stations (female, male and juvenile specimens are indicated by: purple, blue and grey, dark blue – presence of both sexes and juveniles).

Male specimens were found at depths of 40–66 m, and female specimens were observed at depths of 24–65 m. The juveniles were concentrated in the section in front of Cape Kaliakra (57–62 m) and Byala Primorsko (40–77 m).

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



The females were established mainly in the regions - Shabla, Varna-Byala and Primorsko-Ahtopol, while high concentrations of males were detected in the region of Shabla, Sozopol and Primorsko.

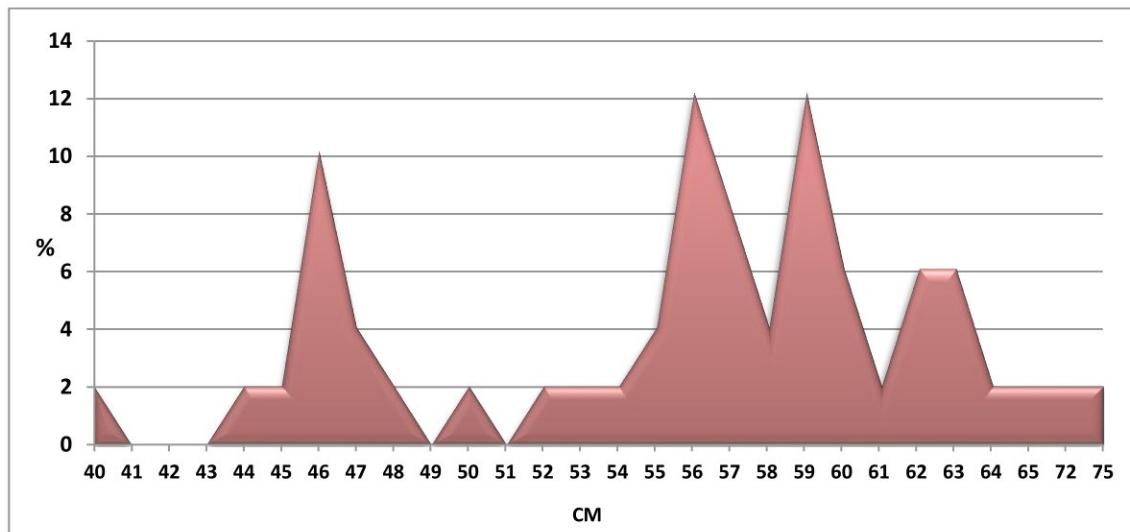


Fig.14. Female specimens: Percentage distribution by length classes.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

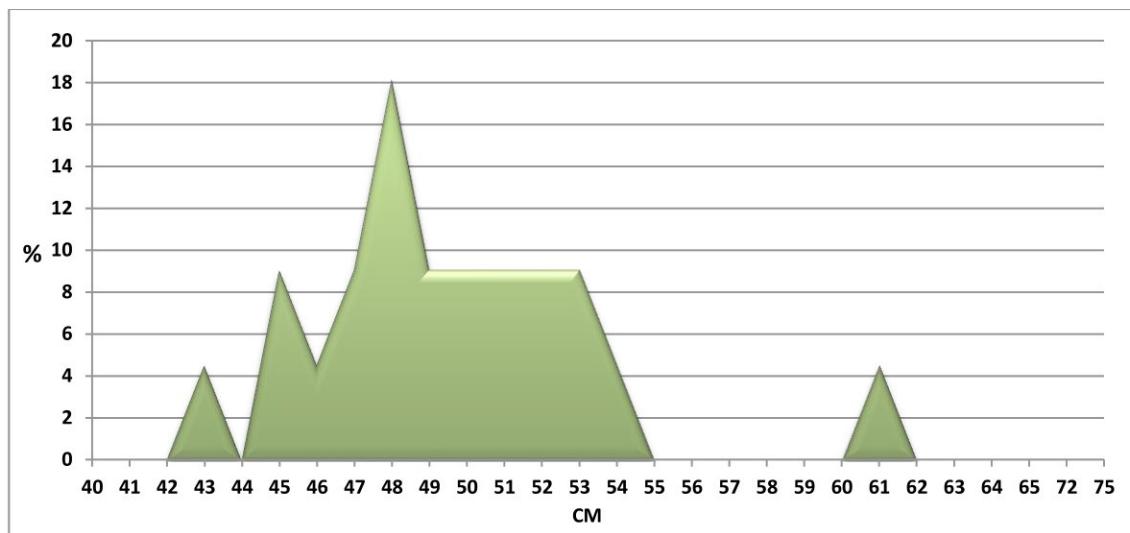


Fig.15. Male specimens: Percentage distribution by length classes.

Among the females, the dominant classes were 46 cm and 56–59 cm, and these size groups formed 46.94 % of all studied females (Fig. 14).

For the length classes > 61 cm (up to 75 cm), all specimens were females, comprising 20.41 % of the total abundance.

For males (Fig.15), the most significant proportion of the total abundance (72.72 %) belonged to the 47–53 cm length class.

The results demonstrate sexual dimorphism regarding body length, with a high presence of large-sized classes of females (Fig. 14 and 15).

3.8. Weight structure

The data on the weight structure of the turbot population in the Bulgarian Black Sea waters in December 2022 were obtained by analyzing 145 individuals, as the individual weight of all collected specimens was measured. Analysis demonstrated dominance of specimens with an average weight of 1193.6 g (Fig.16).

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

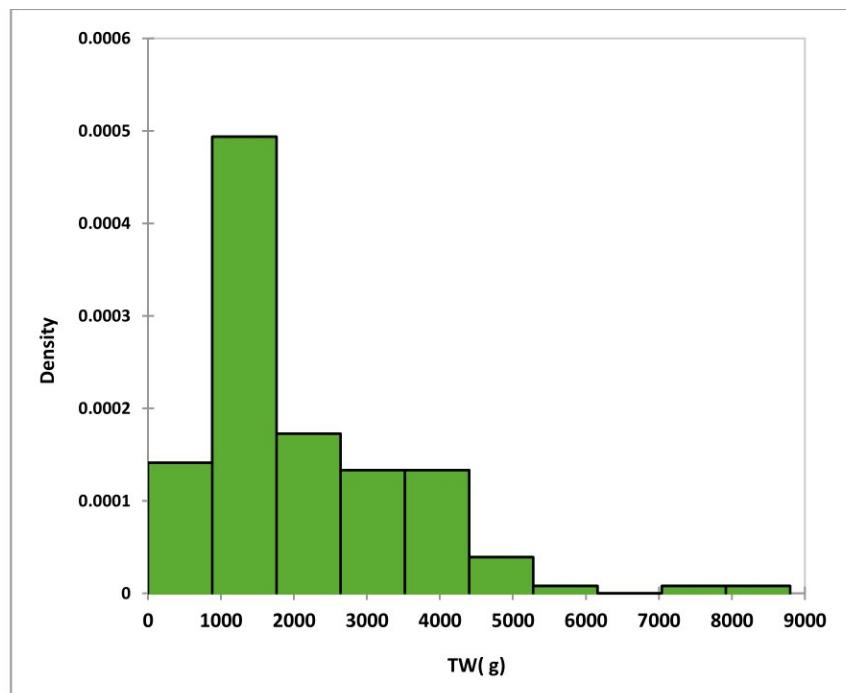


Fig. 16 Weight structure of *S. maximus*

The weights of immature specimens were of 250 - 1730 g (and an average weight of 1082 g), the weights of female individuals were of 1280 - 8720 g (with average value of 3511 g), and for the male individuals we observed weights of 1510 - 3920 g (and average of 2268 g), (Fig. 17, A, B and C).

----- www.eufunds.bg -----

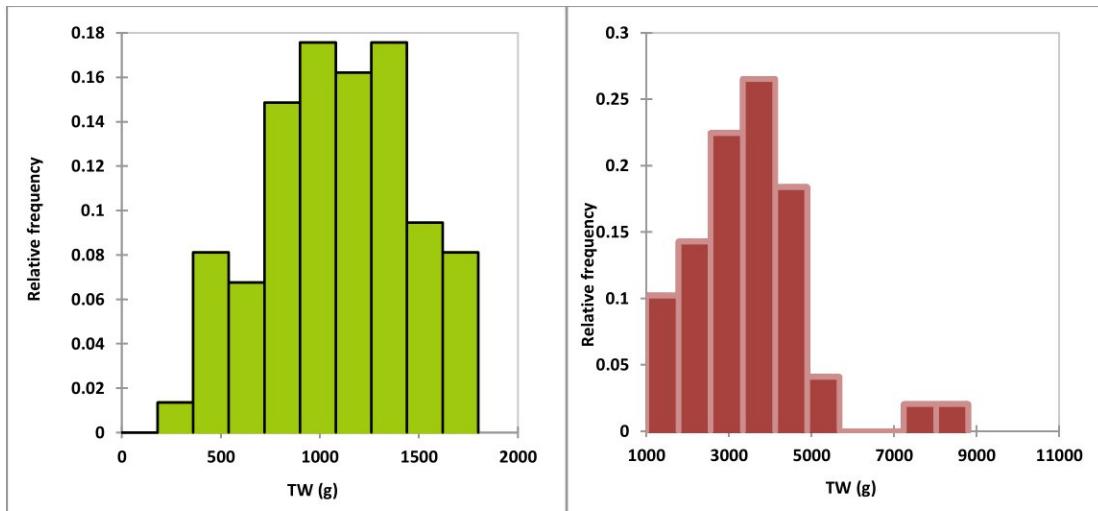
Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО

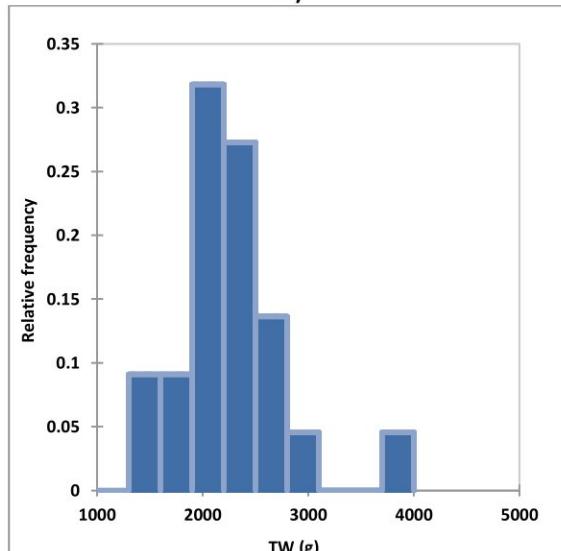


МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



A)

B)



C)

Fig. 17 Weight structure of *S. maximus* catches by sex: A) immature specimens, B) female and C) male specimens;

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



3.9. Other reference species

During the bottom survey in the autumn-winter period of 2022, 46 dogfish (*Squalus acanthias*), 66 thornback ray (*Raja clavata*) and 88 individuals of European flounder (*Platichthys flesus*) specimens were collected (Table 5).

Table 5
Data on species composition and biological characteristics of the reference species

| Bycatch species | N | Size (cm) | | | Weight (kg) | | |
|----------------------------------|------|-----------|------|-------|-------------|-------|-------|
| | | Min. | Max. | Ave. | Min. | Max. | Ave. |
| <i>Squalus acanthias</i> | 46 | 31.5 | 144 | 117 | 0.15 | 10.16 | 6.8 |
| <i>Raja clavata</i> | 66 | 37 | 97 | 63.04 | 0.29 | 3.92 | 2.063 |
| <i>Platichthys flesus luscus</i> | 88 | 13.5 | 26 | 21.08 | 0.003 | 0.27 | 0.139 |
| <i>M. merlangus</i> | 1000 | 9.5 | 21.7 | 13.47 | 0.0065 | 0.100 | 0.021 |

Maps of the distribution of the *S. acanthias*, *R. clavata*, and *P. flesus* specimens are presented in Fig. 18.

Specimens of the species *S. acanthias* were observed mainly in front of the Duranculak (80 m), Cape Kaliakra (77.5 m) and under Cape Emine fields C11 (30m) and F12 (85m); aggregation of *Pl. flesus* was found north between Durankulak and the Kaliakra Cape, at a depth of 57 - 65 m. *R. clavata* specimens were observed in front of Primorsko and Sozopol at depths of 39-45 m. Specimens of *M. merlangus* were widespread, with a large concentration in the north direction between Durankulak and C. Kaliakra, at depth of 60-80 m.

----- www.eufunds.bg -----

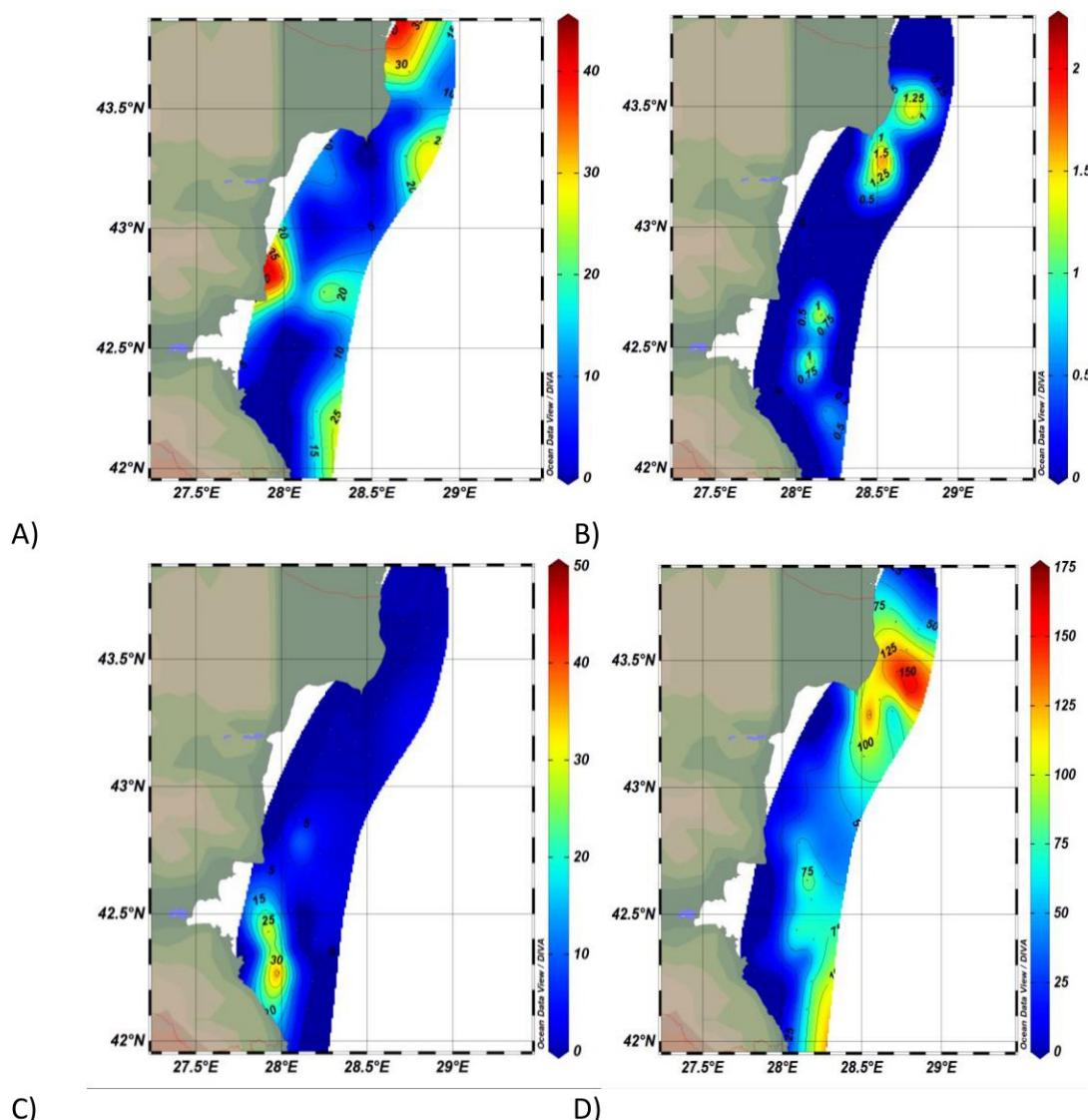
Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



*Fig. 18. Location of stations with bycatch from A) spiny dogfish (*S. acanthias*), B) flounder (*P. flesus*), C) thornback ray (*R. clavata*) and D) whiting (*M. merlangus*)*

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Catch per unit effort (CPUE) on whiting (*M. merlangus*)

The distribution of CPUE (kg/h) of *M. merlangus* in December 2022 is shown in Tab. 6, and Fig.18 (D).

Table 6

Results from CPUE (kg/h) on whiting (*M. merlangus*) in December 2022

| No | Field | Depth (m) | Catch (Kg/h) |
|----|-------|-----------|--------------|
| 1 | E8 | 24 | 28 |
| 2 | F7 | 35 | 32.5 |
| 3 | G6 | 30.5 | 27 |
| 4 | D9 | 28.5 | 31 |
| 5 | E10 | 36 | 39 |
| 6 | E11 | 40 | 50 |
| 7 | D12 | 48.5 | 44 |
| 8 | C11 | 34 | 32 |
| 9 | L1 | 50 | 50.5 |
| 10 | N1 | 56 | 67 |
| 11 | M2 | 64 | 66 |
| 12 | L3 | 63 | 67 |
| 13 | M4 | 76 | 79 |
| 14 | L5 | 80 | 80.5 |
| 15 | K4 | 70 | 64 |
| 16 | J5 | 57 | 62 |
| 17 | H5 | 20 | 31 |
| 18 | J7 | 77 | 84 |
| 19 | J6 | 70 | 56 |
| 20 | H7 | 53 | 44 |
| 21 | C13 | 41 | 44 |
| 22 | D14 | 56 | 61 |
| | | | 40 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | | |
|----|-----|------|------|-----|
| 23 | E15 | 67 | 68 | 80 |
| 24 | D16 | 64 | 62 | 60 |
| 25 | C15 | 46 | 39 | 0 |
| 26 | B16 | 37 | 37.5 | 10 |
| 27 | C17 | 40 | 44 | 5 |
| 28 | D18 | 51 | 54 | 5 |
| 29 | E19 | 59.5 | 65 | 70 |
| 30 | F18 | 75 | 80.5 | 80 |
| 31 | E17 | 77.5 | 77 | 20 |
| 32 | F16 | 83 | 84 | 70 |
| 33 | F14 | 80 | 79 | 60 |
| 34 | E13 | 77 | 75 | 100 |
| 35 | G13 | 88.5 | 90 | 50 |
| 36 | F12 | 87 | 84 | 40 |

The main biological parameters of *M. merlangus* are shown in Figs. 19, 20, 21, and 22.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

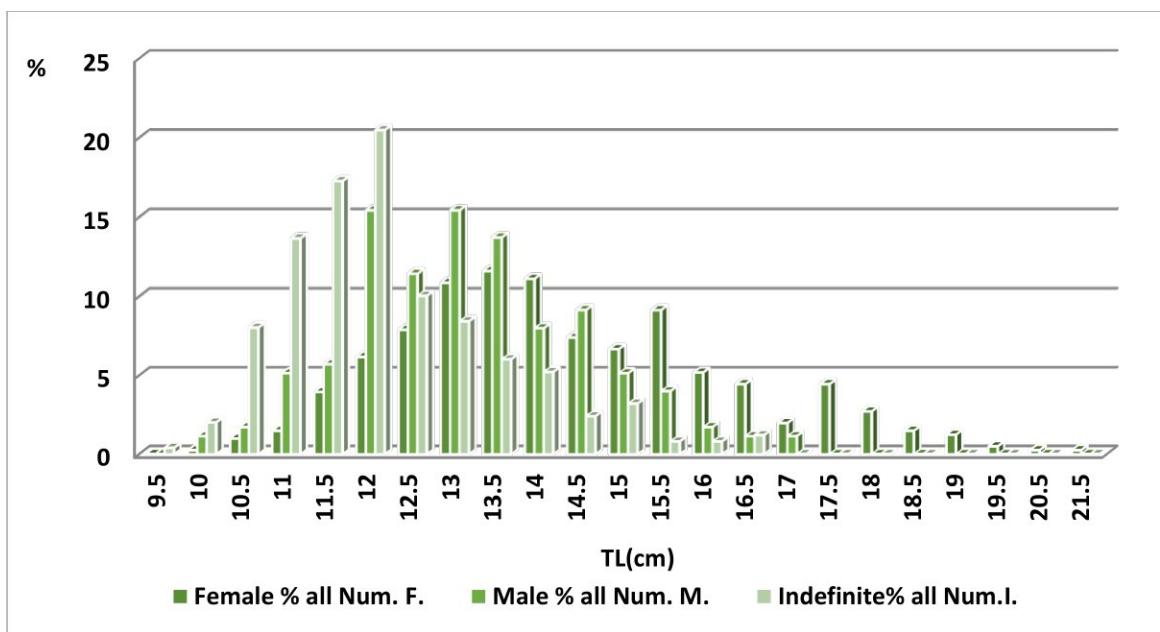


Fig. 19 Length structure of *M. merlangus* catch by sex.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

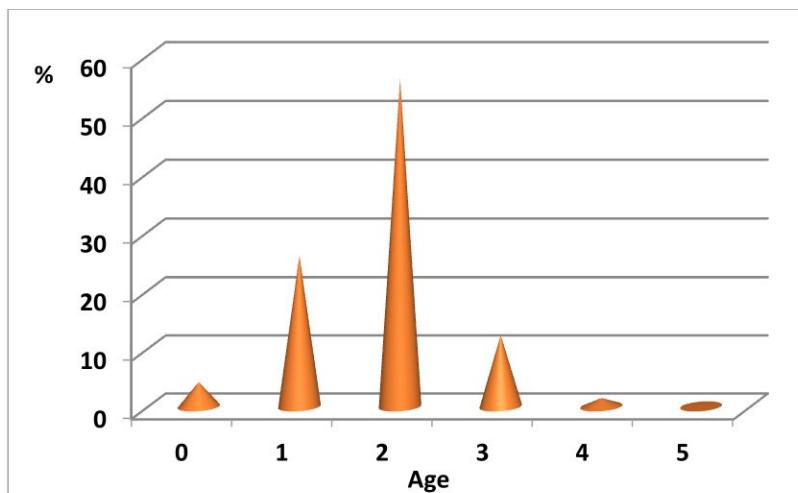


Fig. 20. Age structure by age of *M. merlangus* in December, 2022

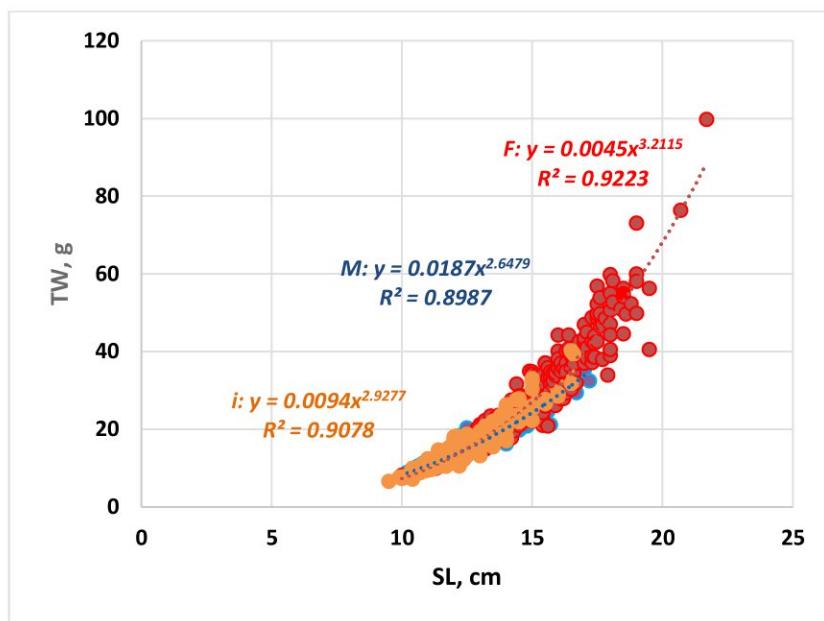


Fig. 21 *M. merlangus*: Length-weight relationships by sex, December 2022.

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

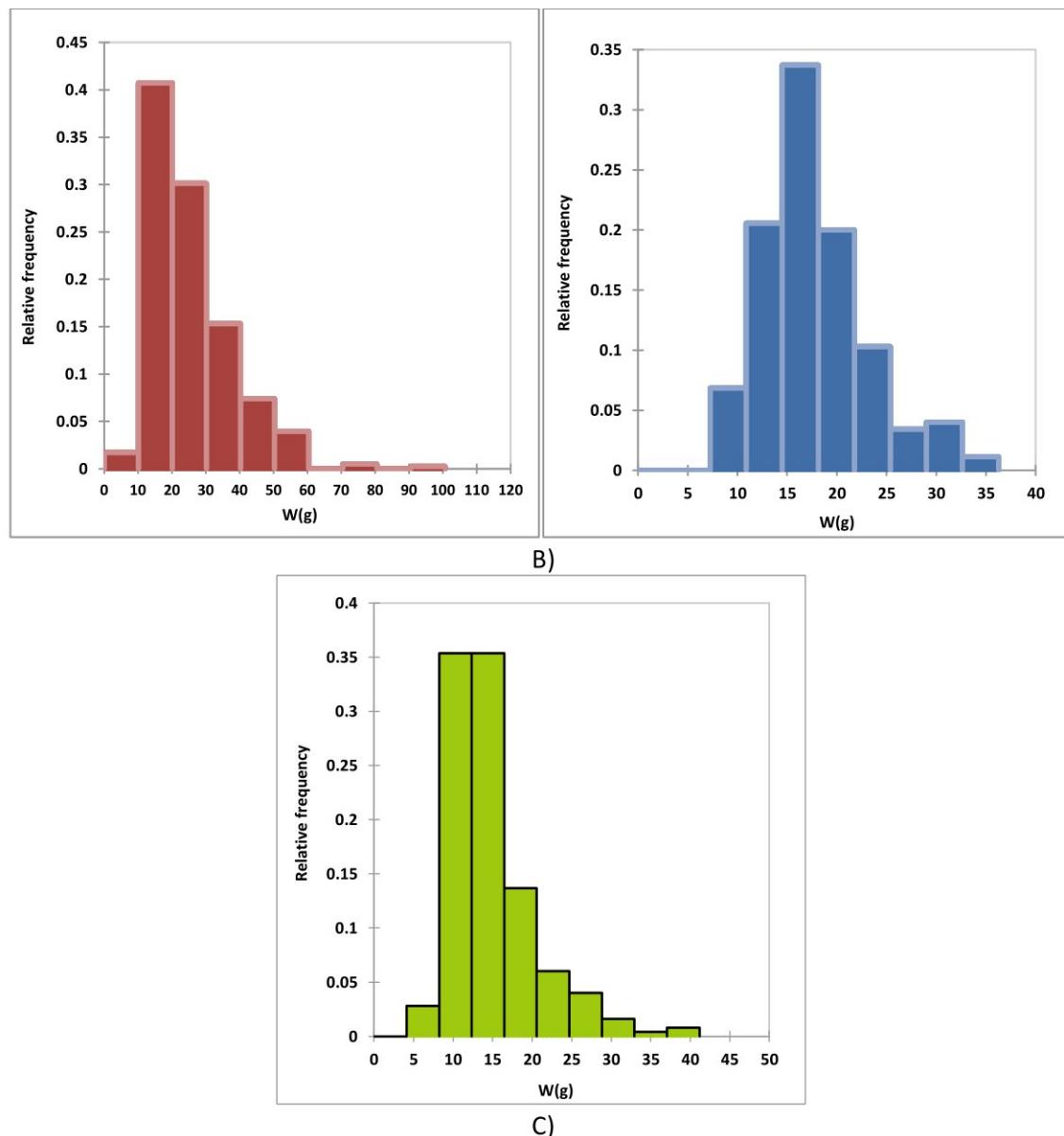


Fig. 22 Weight structure of *M. merlangus* catches by sex: A) female, B) male and C) undetermined specimens;

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



The GSI index varies on female specimens: 0.93 - 22.8 with an average - 5.37, while in males the index is lower and we observe values from 0.0 - 8.79, and an average - 2.15 (Fig.23).

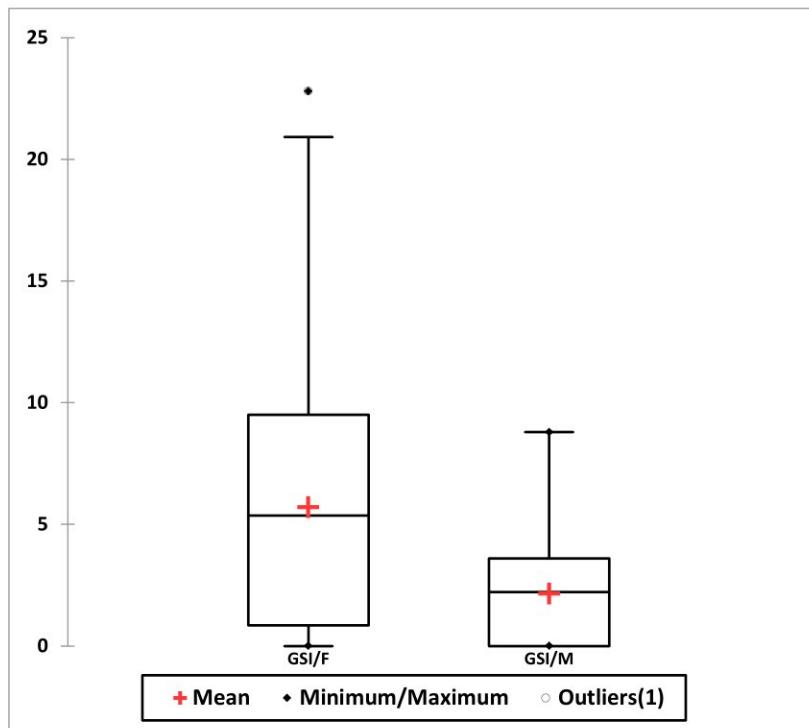


Fig. 23 Gonadosomatic index (GSI) by sex of *M. merlangus*. Box-plot: the horizontal line is the median; the upper and lower bars show the maximum and minimum range of the data, excluding outliers.

High abundance was observed at depth of 15-50 m, followed by 50-75 m (Fig. 24). Dominate specimens with sizes of 12 cm - 14.5 cm.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



ПРОГРАМА ЗА
МОРСКО ДЕЛО И
РИБАРСТВО

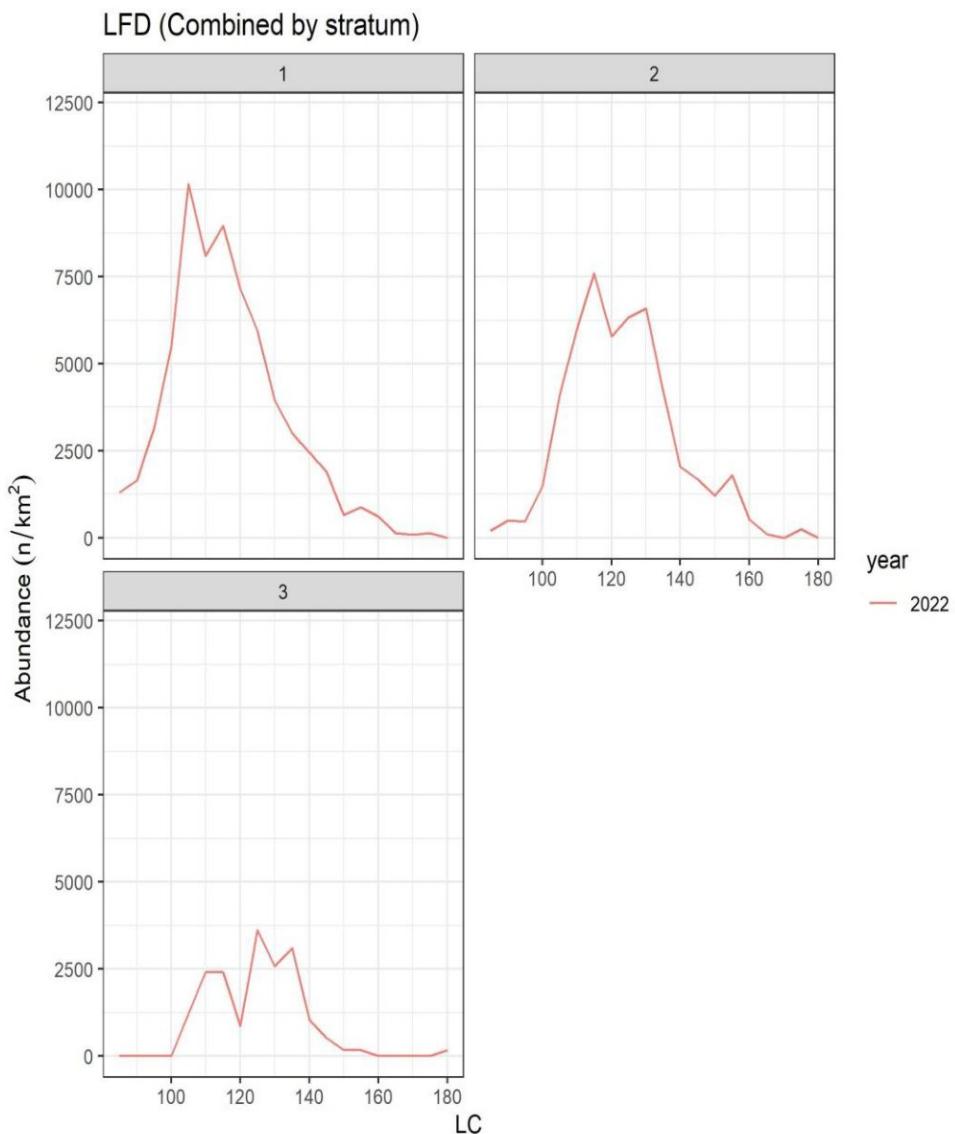


Fig. 24 Abundance (n/km²) by size groups and strata for VII 2022.

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

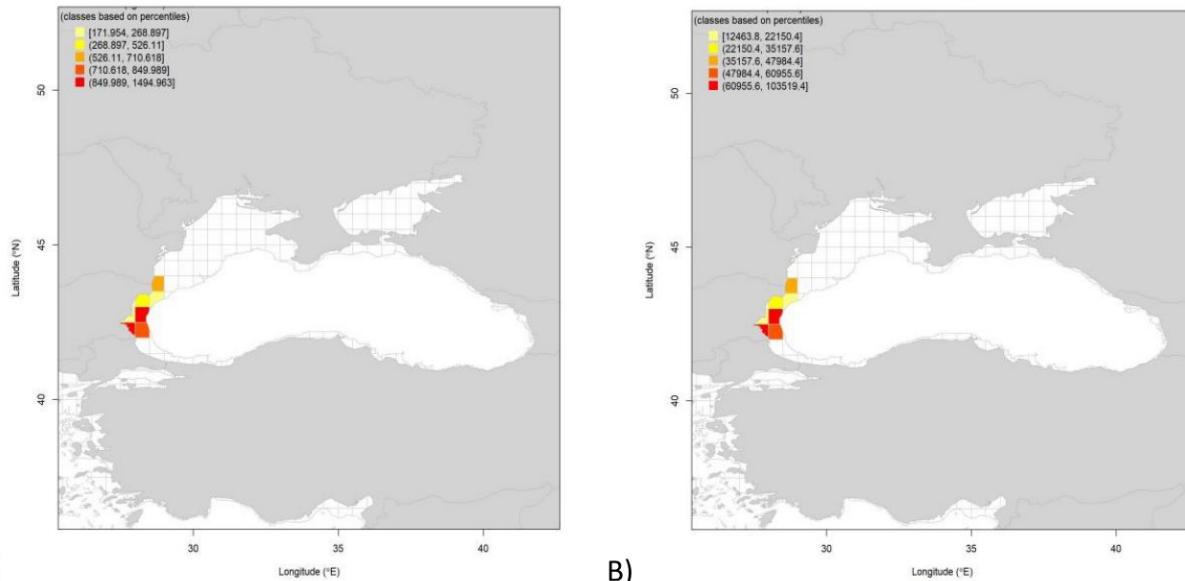


Fig. 25 Distribution of A) relative biomass (kg/km^2) and B) abundance (n/km^2) of *M. merlangus* in July 2022 according to BioIndex version 3.2.

The calculated whiting biomass in the Bulgarian Black Sea waters in VII.2022, amounted to **7584.20** tons. The abundance was estimated to be **533,405,311** specimens (Fig.25).

Catch per unit effort (CPUE) on dogfish (*Squalus acanthias*)

The distribution of CPUE (kg/h) of *S. acanthias* in December 2022 is shown in Tab. 7, and Fig.18 (A).

Table 7

Results from CPUE (kg/h) on dogfish (*S. acanthias*) in December 2022

| No | Field | Depth (m) | Catch (Kg/h) |
|----|-------|-----------|--------------|
| | | | |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| 1 | E8 | 24 | 28 | 0 |
|----|-----|------|------|-------|
| 2 | F7 | 35 | 32.5 | 7.85 |
| 3 | G6 | 30.5 | 27 | 12.4 |
| 4 | D9 | 28.5 | 31 | 10.31 |
| 5 | E10 | 36 | 39 | 5.41 |
| 6 | E11 | 40 | 50 | 5.84 |
| 7 | D12 | 48.5 | 44 | 13.36 |
| 8 | C11 | 34 | 32 | 40.61 |
| 9 | L1 | 50 | 50.5 | 28.96 |
| 10 | N1 | 56 | 67 | 9.66 |
| 11 | M2 | 64 | 66 | 13.14 |
| 12 | L3 | 63 | 67 | 0 |
| 13 | M4 | 76 | 79 | 26.16 |
| 14 | L5 | 80 | 80.5 | 20.38 |
| 15 | K4 | 70 | 64 | 8.25 |
| 16 | J5 | 57 | 62 | 0 |
| 17 | H5 | 20 | 31 | 0 |
| 18 | J7 | 77 | 84 | 0 |
| 19 | J6 | 70 | 56 | 6.33 |
| 20 | H7 | 53 | 44 | 6.07 |
| 21 | C13 | 41 | 44 | 0 |
| 22 | D14 | 56 | 61 | 0 |
| 23 | E15 | 67 | 68 | 0 |
| 24 | D16 | 64 | 62 | 0 |
| 25 | C15 | 46 | 39 | 0 |
| 26 | B16 | 37 | 37.5 | 0 |
| 27 | C17 | 40 | 44 | 0 |
| 28 | D18 | 51 | 54 | 0 |
| 29 | E19 | 59.5 | 65 | 12.85 |
| 30 | F18 | 75 | 80.5 | 19.75 |
| 31 | E17 | 77.5 | 77 | 6.72 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | | |
|-----------|------------|-------------|-----------|--------------|
| 32 | F16 | 83 | 84 | 6.57 |
| 33 | F14 | 80 | 79 | 0 |
| 34 | E13 | 77 | 75 | 12.6 |
| 35 | G13 | 88.5 | 90 | 13.14 |
| 36 | F12 | 87 | 84 | 26.68 |

The main biological parameters of *S. acanthias* are shown in Fig. 26, Fig.27 and Fig.28. Among the females, the dominant classes were 113-144 cm in size (Fig. 26, A), whereas males were smaller in size 90-122 cm, (Fig. 26, B). Male specimens were predominant in the catch (71.74 %) and females were 28.26 %.

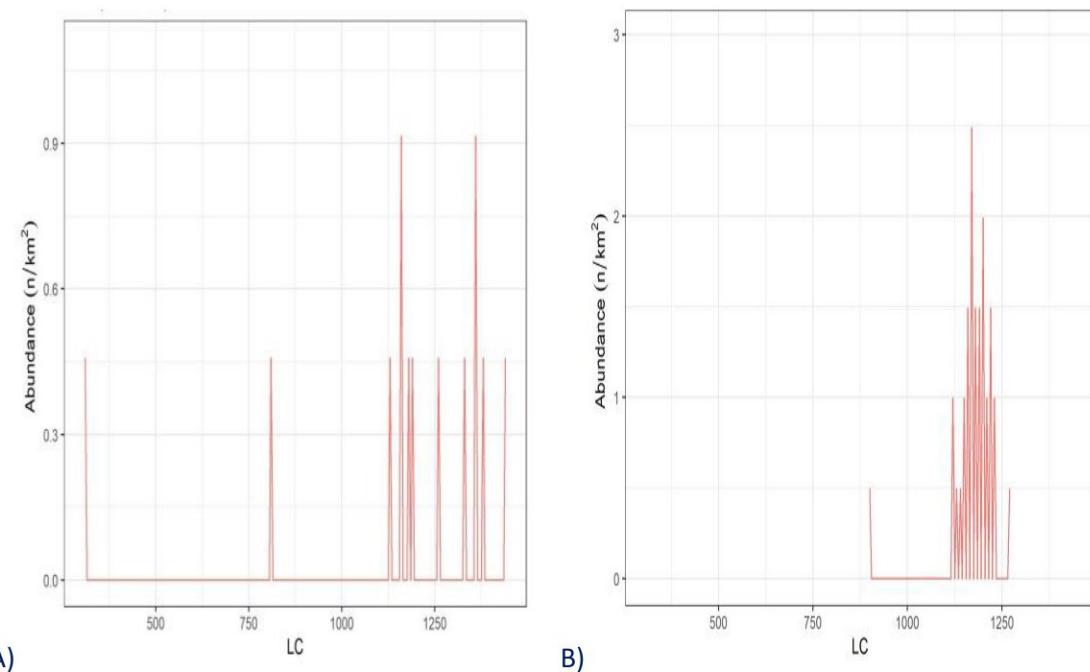


Fig. 26 Abundance (n/km^2) and size structure of *S. acanthias* catches by sex, A) female and B) male specimens.

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Female specimens weigh 150 - 13450 g, and average - 8028 g (Fig. 27, A), while the males weigh less 3140 - 7680 g, average - 6324 g (Fig. 27, B).

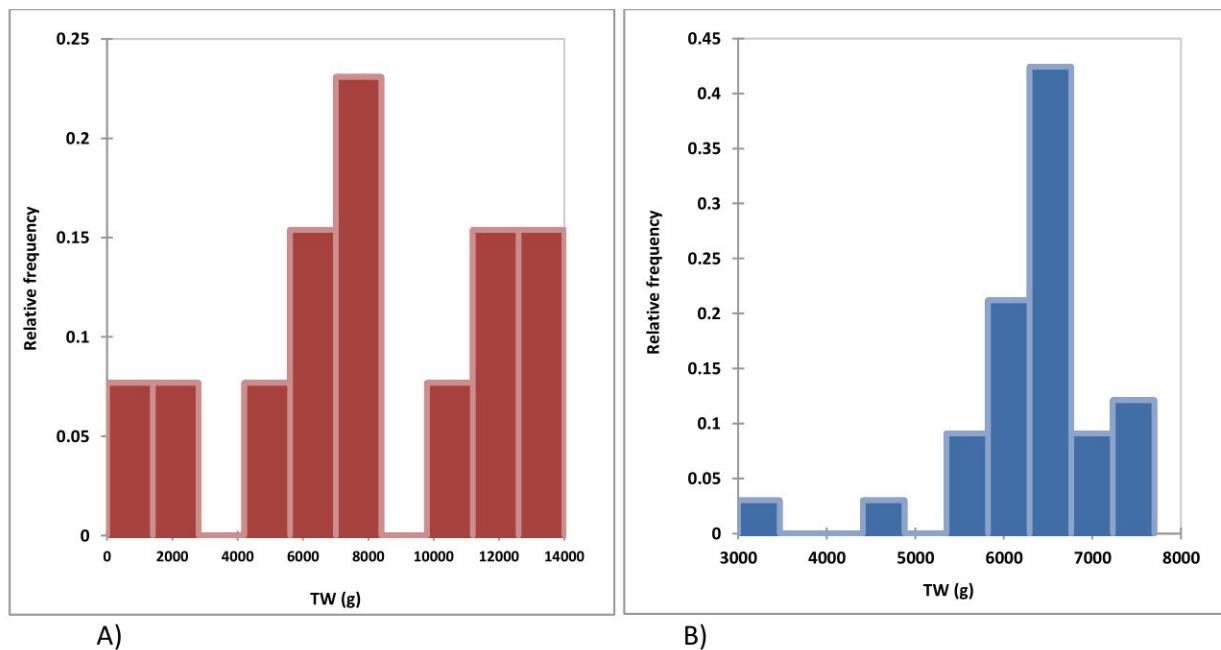


Fig. 27 Weight structure of *S. acanthias* by sex, A) female and B) male specimens;



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

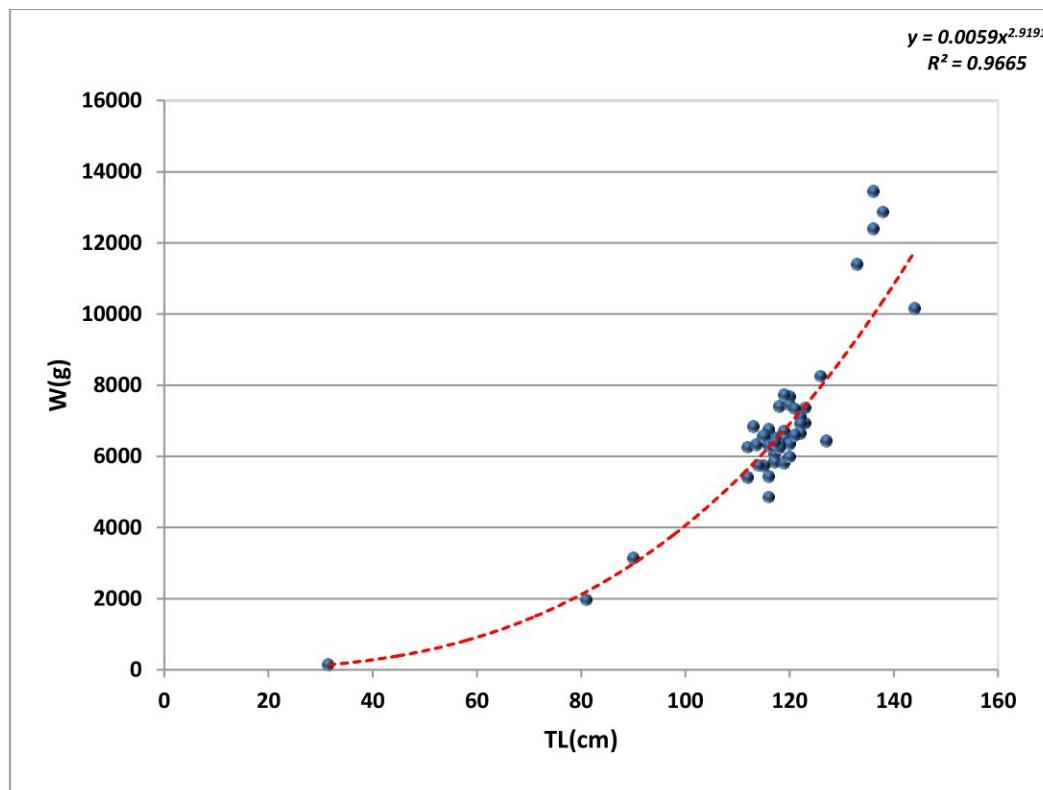


Fig. 28 *S. acanthias*: Length-weight relationships XII, 2022

The high catches of dogfish were observed at a depth of 75–100 m, and the specimens at this depth had lengths of 112–127 cm (Fig. 29).

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

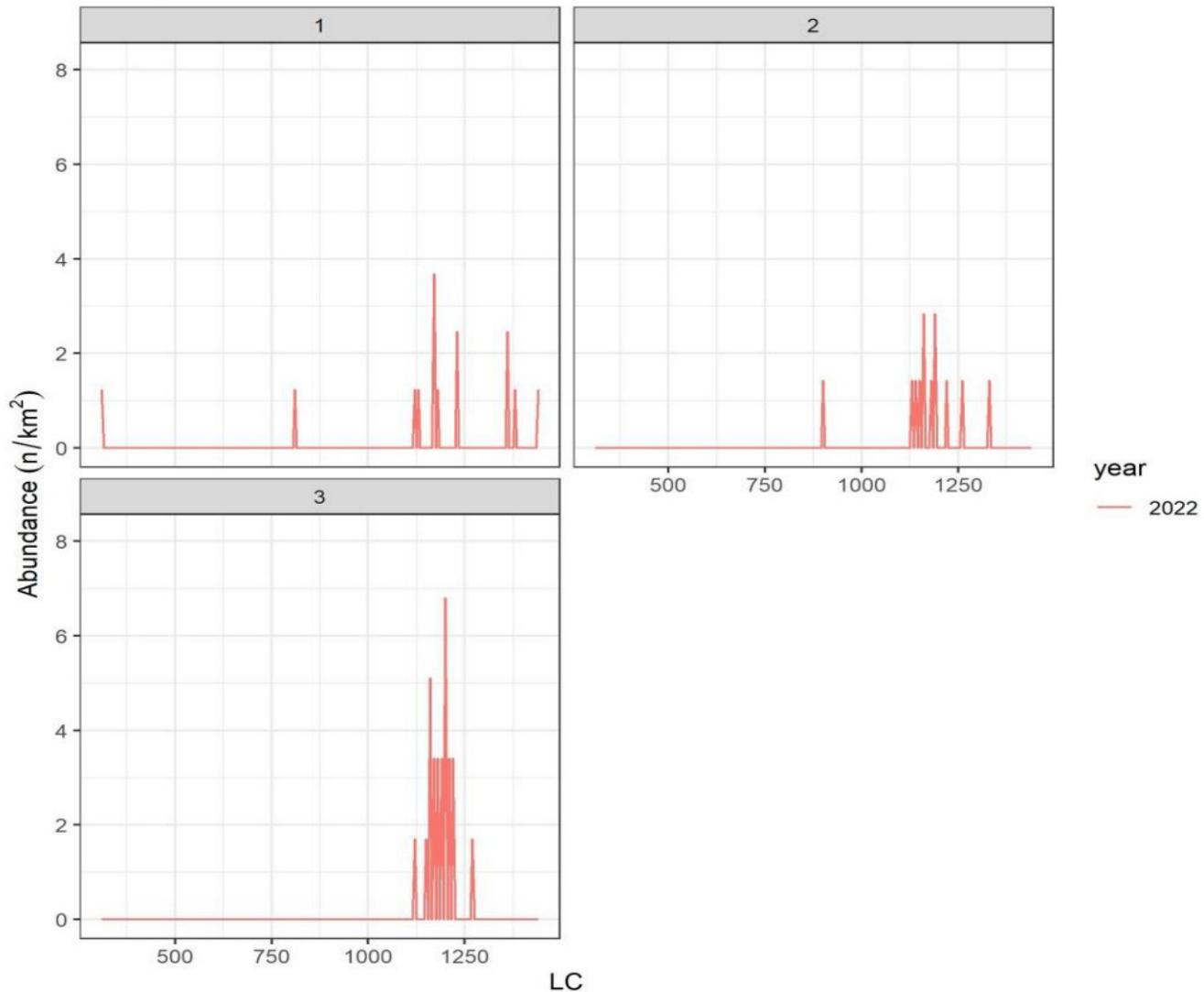


Fig. 29 Abundance (n/km^2) by size group and strata, XII 2022.

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

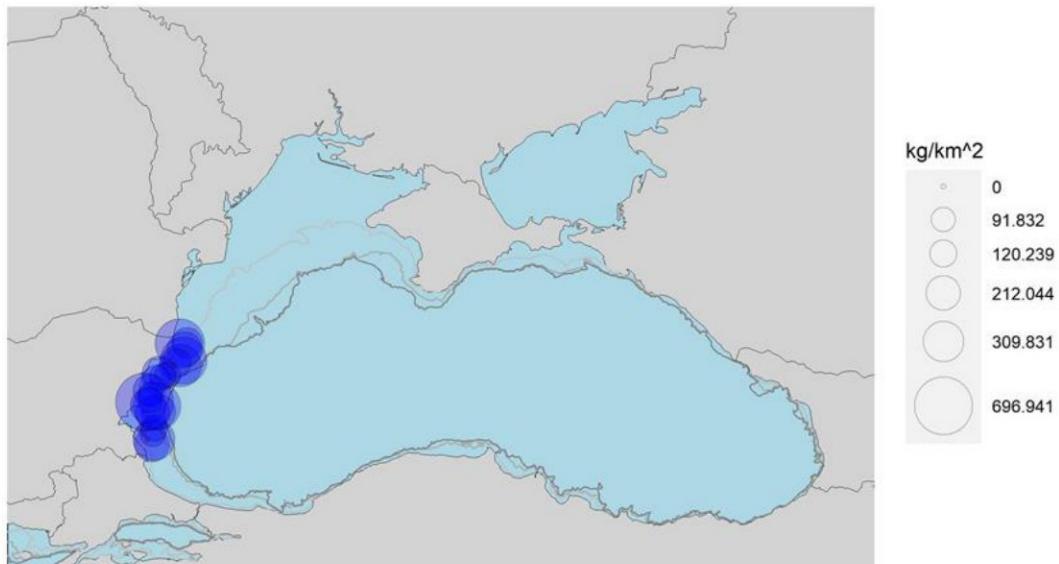


Fig. 30 Distribution of the relative biomass by hauls (kg / km^2) of *S. acanthias* in XII 2022 according to BioIndex version 3.2.

The maximum biomass index by hauls for dogfish XII in the Bulgarian water area was 697 kg/km^2 (Fig.30).

Catch per unit effort (CPUE) on thornback ray (*Raja clavata*)

The distribution of the CPUE (kg/h) of *Raja clavata* in December 2022 is shown in Tab. 8, and Fig.18 (C).

Table 8

Results from CPUE (kg/h) on thornback ray (*R. clavata*) in December 2022

| No | Field | Depth (m) | | Catch (Kg/h) |
|----|-------|-----------|----|--------------|
| 1 | E8 | 24 | 28 | 0 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | | |
|----|-----|------|------|-------|
| 2 | F7 | 35 | 32.5 | 0 |
| 3 | G6 | 30.5 | 27 | 0 |
| 4 | D9 | 28.5 | 31 | 0 |
| 5 | E10 | 36 | 39 | 2.6 |
| 6 | E11 | 40 | 50 | 13.11 |
| 7 | D12 | 48.5 | 44 | 3.18 |
| 8 | C11 | 34 | 32 | 0 |
| 9 | L1 | 50 | 50.5 | 0 |
| 10 | N1 | 56 | 67 | 0 |
| 11 | M2 | 64 | 66 | 0 |
| 12 | L3 | 63 | 67 | 0 |
| 13 | M4 | 76 | 79 | 1.81 |
| 14 | L5 | 80 | 80.5 | 2.26 |
| 15 | K4 | 70 | 64 | 0 |
| 16 | J5 | 57 | 62 | 0 |
| 17 | H5 | 20 | 31 | 0 |
| 18 | J7 | 77 | 84 | 0 |
| 19 | J6 | 70 | 56 | 0 |
| 20 | H7 | 53 | 44 | 0 |
| 21 | C13 | 41 | 44 | 7.64 |
| 22 | D14 | 56 | 61 | 0 |
| 23 | E15 | 67 | 68 | 0 |
| 24 | D16 | 64 | 62 | 0 |
| 25 | C15 | 46 | 39 | 36.69 |
| 26 | B16 | 37 | 37.5 | 0.29 |
| 27 | C17 | 40 | 44 | 45.6 |
| 28 | D18 | 51 | 54 | 8.42 |
| 29 | E19 | 59.5 | 65 | 0 |
| 30 | F18 | 75 | 80.5 | 1.13 |
| 31 | E17 | 77.5 | 77 | 0 |
| 32 | F16 | 83 | 84 | 3.05 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | | |
|----|-----|------|----|------|
| 33 | F14 | 80 | 79 | 2.06 |
| 34 | E13 | 77 | 75 | 3.48 |
| 35 | G13 | 88.5 | 90 | 3.05 |
| 36 | F12 | 87 | 84 | 1.81 |

The main biological parameters of *Raja clavata* are presented in Fig. 31, 32 and 33. The collected female specimens were with lengths of 37-89 cm and weights of 290-5710 g (Fig. 31, A and 32, A), and for males were found the following seizes 38-93 cm, 260-5490 g (Fig. 32, B and 33, B). Male specimens predominated in the catch, with 53.03%, and females were 46.97%.

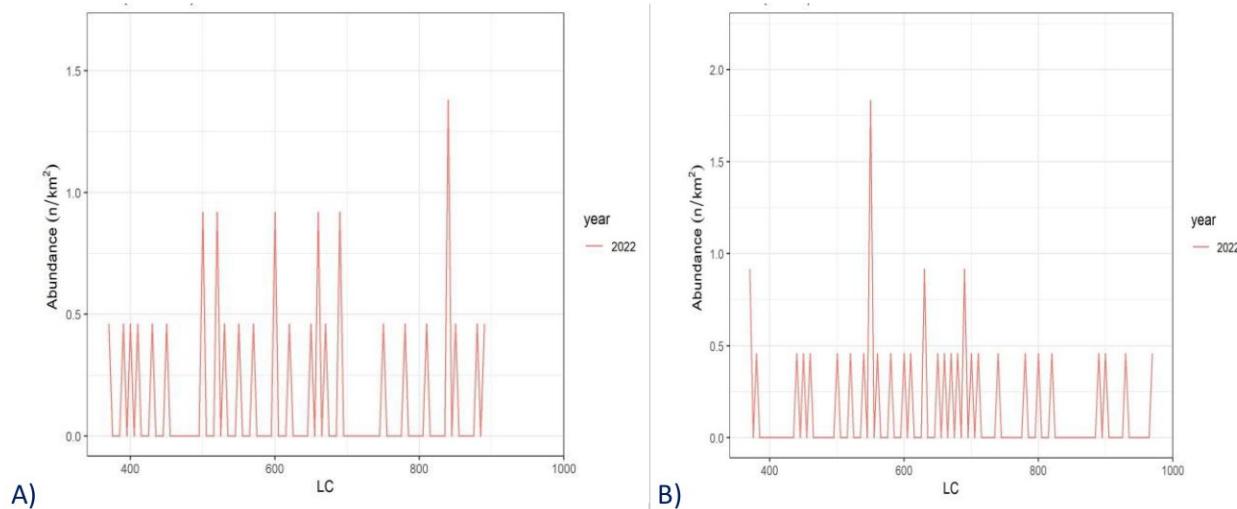


Fig. 31 Abundance (n/km^2) and size structure of *Raja clavata* by sex, A) female, and B) male specimens.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

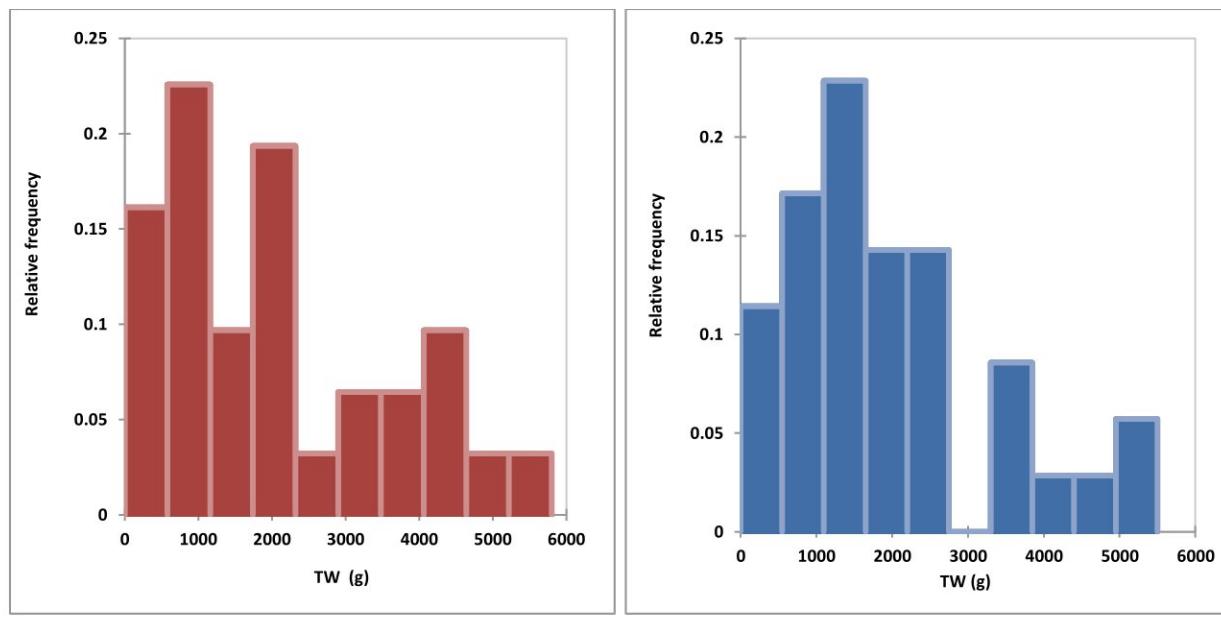


Fig. 32 Weight structure by sex of *Raja clavata* catches, A) female and B) male specimens;



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

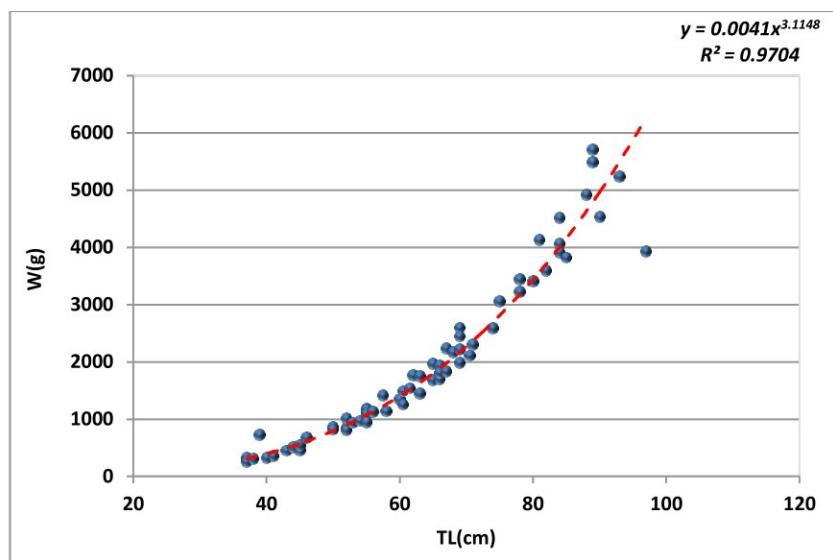


Fig. 33 *Raja clavata*: Length-weight relationships XII, 2022

The high catch of thornback rays was recorded at a depth of 15-50 m, and specimens with lengths of 37–93 cm were collected at this depth (Fig. 34).

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

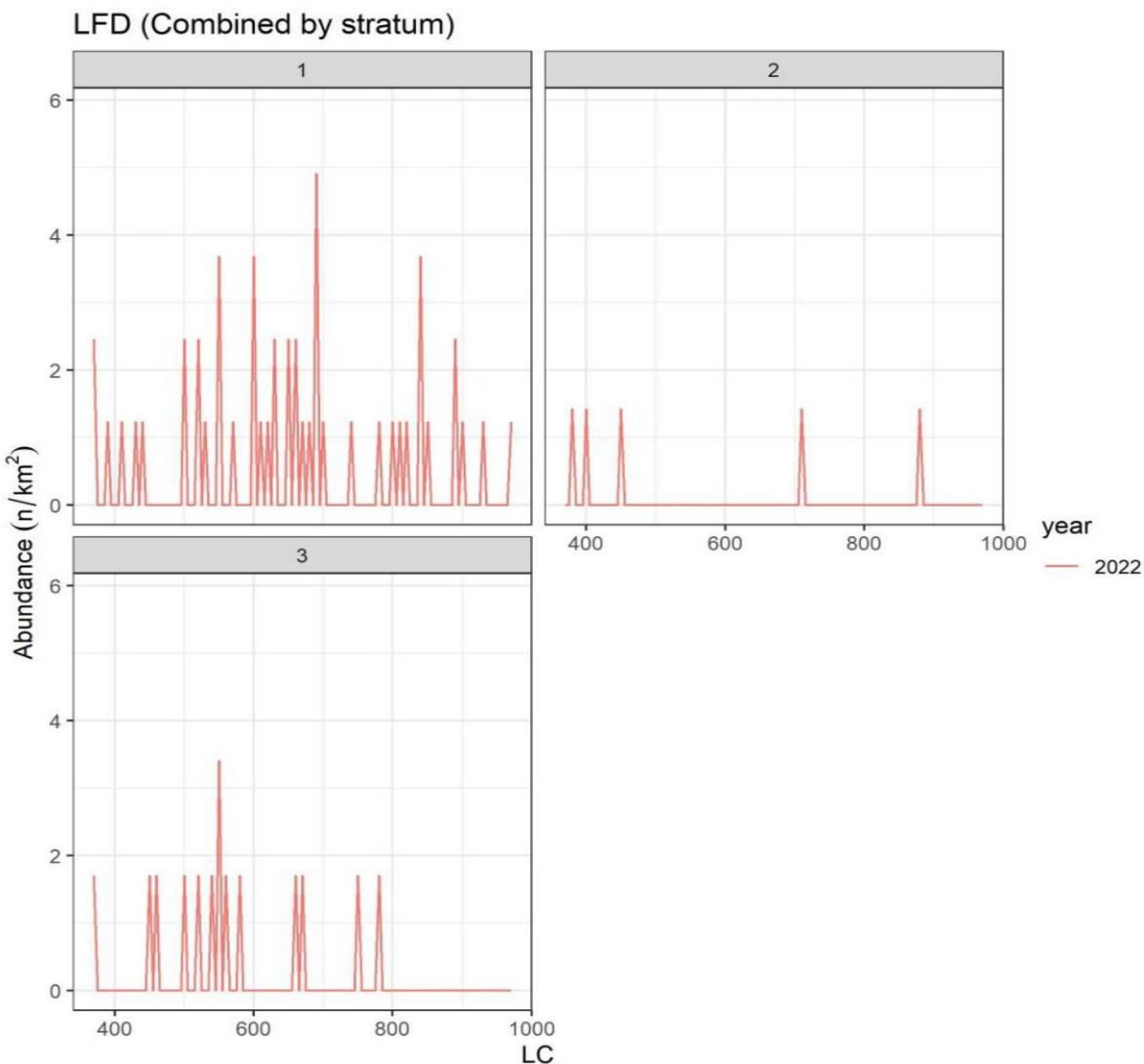


Fig. 34 Abundance (n/km^2) by size group and strata for XII 2022.

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

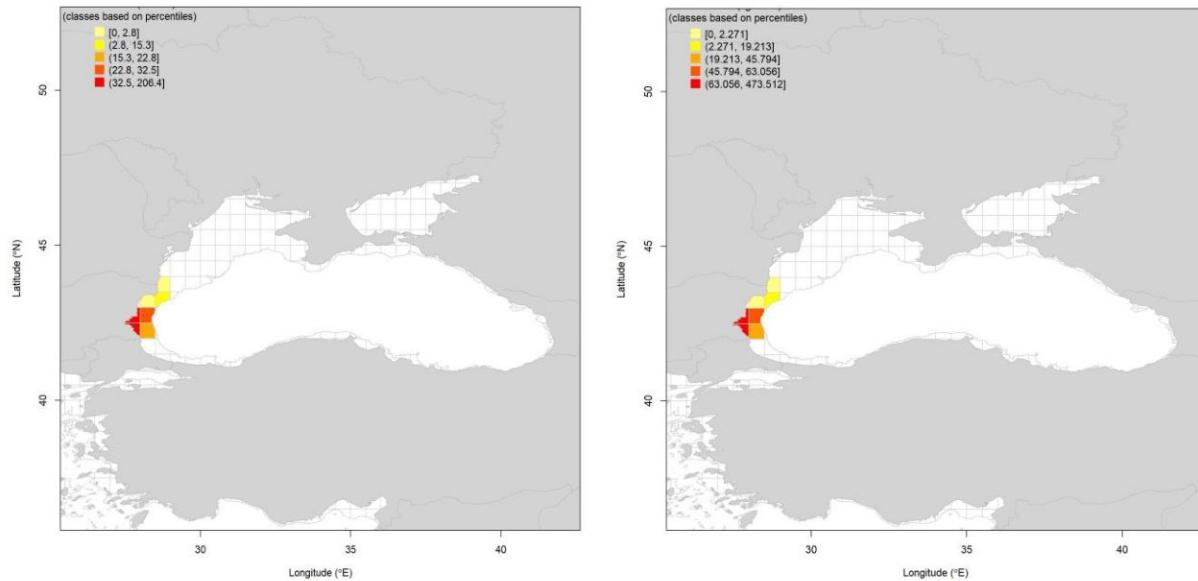


Fig. 35 Distribution of A) relative biomass (kg/km^2) and B) abundance (n/km^2) of *Raja clavata* in XII 2022 according to BioIndex version 3.2.

The estimated biomass of this species in the Bulgarian waters of the Black Sea is **712.27** tons. The abundance was estimated at **350,950.3** specimens, Fig.35.

4.0. Food spectrum of *S. maximus*

In the winter of 2022, 64 stomachs were collected to determine the food spectrum of turbot. Food components were found in 33.3 % of the examined specimens and 66.67 % had empty stomachs. A full description of the collected data and statistical parameters is given in Table 9.

Table 9

Common statistical parameters measured in the analysis of stomach fullness.

| L | W gr | St content, gr | ISF |
|---|------|----------------|-----|
|---|------|----------------|-----|

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | | |
|---------------------------|---------|------------|--------|-------|
| Mean | 54,77 | 3266,88 | 7,81 | 0,21 |
| Standard | 0,84 | 168,80 | 1,70 | 0,04 |
| Error | | | | |
| Median | 55,00 | 2965,00 | 0,30 | 0,01 |
| Mode | 59,00 | 4890,00 | 0,00 | 0,00 |
| Standard Deviation | 6,72 | 1350,36 | 13,57 | 0,30 |
| Kurtosis | 45,21 | 1823482,14 | 184,06 | 0,09 |
| Skewness | 0,16 | 3,84 | 10,50 | 0,95 |
| Range | 0,52 | 1,54 | 2,82 | 1,36 |
| Minimum | 31,00 | 7190,00 | 76,90 | 1,09 |
| Maximum | 44,00 | 1530,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sum | 75,00 | 8720,00 | 76,90 | 1,09 |
| Count | 3505,00 | 209080,00 | 499,91 | 13,51 |

The average stomach fullness (ISF, % BW) index was 0.21 % BW \pm 0.04 (Tab. 9). The ISF values (% BE) for the winter season of 2022 are shown in Fig.36.

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

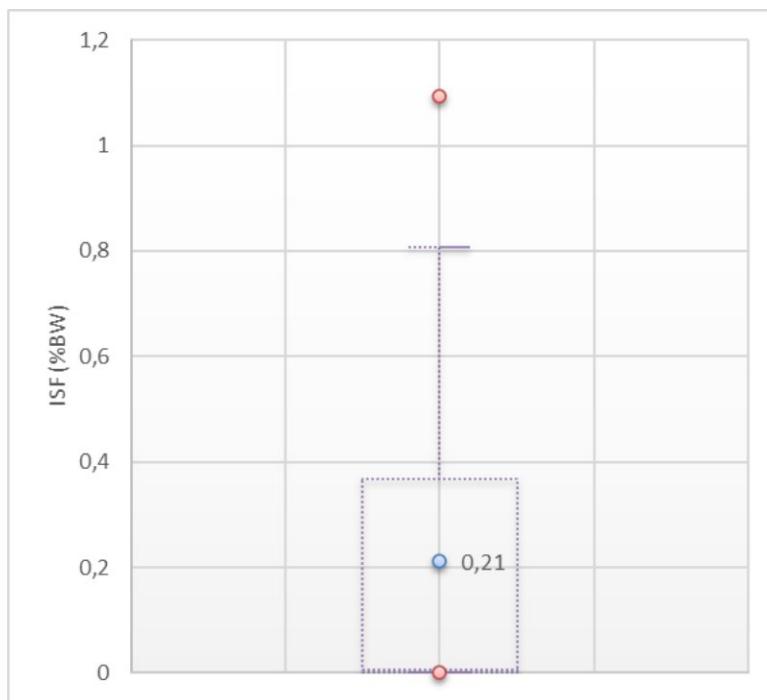


Fig. 36 Box-plot: ISF values (% BW) in XII, 2022

The spatial distribution of ISF (Fig. 37) showed higher values in the southern and northern parts in front of the Bulgarian coast of the Black Sea.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

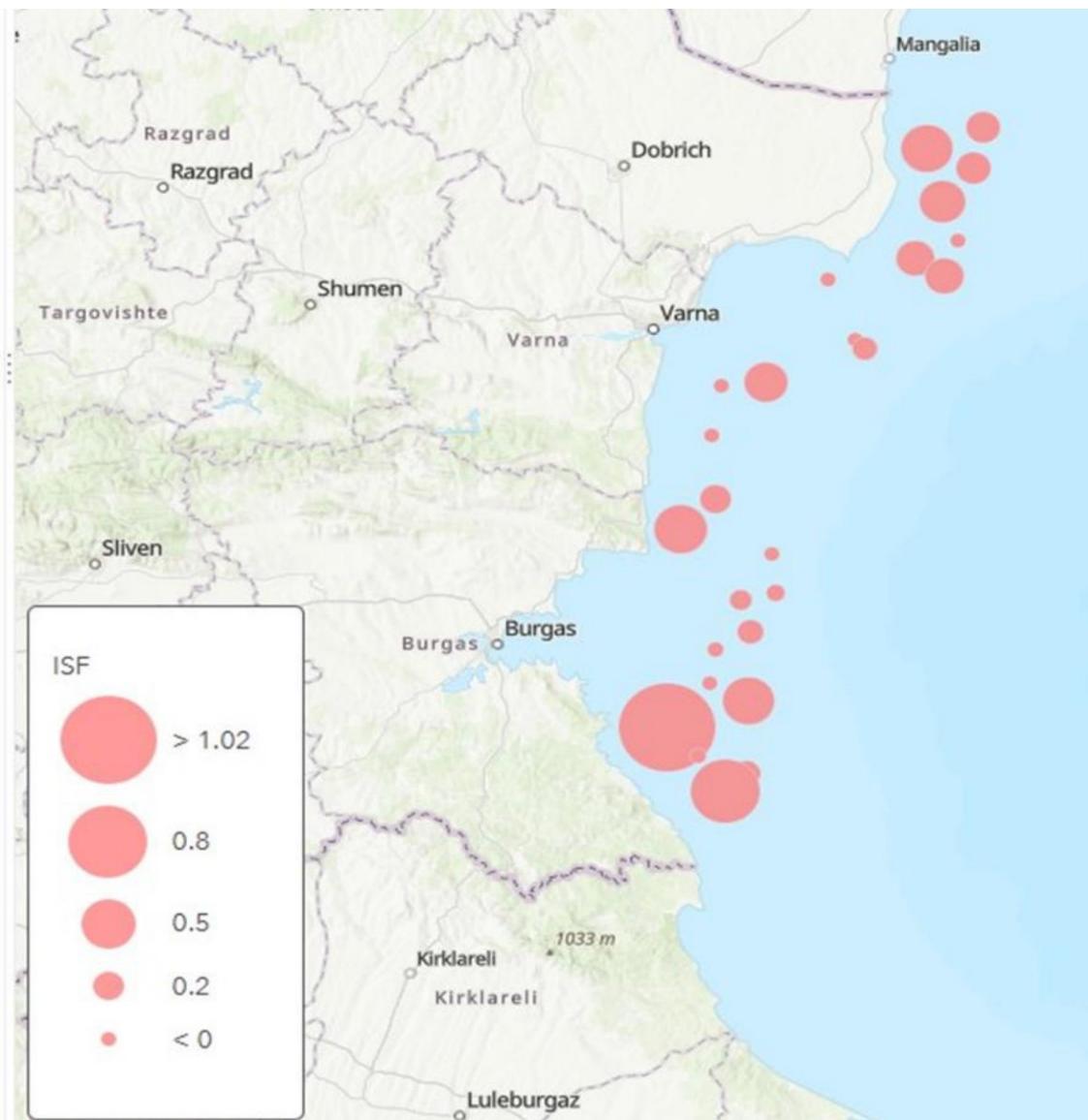


Fig. 37 Spatial distribution of ISF (% BW) during the winter season 2022

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



ПРОГРАМА ЗА
МОРСКО ДЕЛО И
РИБАРСТВО

Table 10
Diet spectrum composition of the turbot

| Species | Cn | Cw | F | IRI | % IRI |
|-------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| <i>Merlangus merlangus</i> | 42,24 | 54,83 | 62,50 | 203,49 | 9,81 |
| <i>Trachurus trachurus</i> | 3,01 | 2,32 | 6,25 | 578,54 | 27,89 |
| <i>Engraulis encrasiculus</i> | 2,57 | 2,67 | 9,38 | 155,71 | 7,51 |
| <i>Bivalvia</i> | 1,56 | 2,53 | 3,13 | 698,41 | 33,67 |
| <i>Decopoda</i> | 1,56 | 0,22 | 3,13 | 303,45 | 14,63 |
| Remains | 49,05 | 37,44 | 78,13 | 134,48 | 6,48 |

The diet spectrum of turbot during the winter season showed higher species diversity and included three taxonomic groups. The fish group dominates IRI= 937.73 (45%), with the highest value for horse mackerel IRI=578.54, followed by whiting with IRI=203.49 and anchovy - IRI=155.71. After fish, the group of bivalve molluscs, Bivalvia - IRI=698.41 (34 %), as well as Decopoda, IRI=303.45 (14 %) and digested content IRI = 134.48 (6 %) ranks as important components in diet (Fig 38).

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

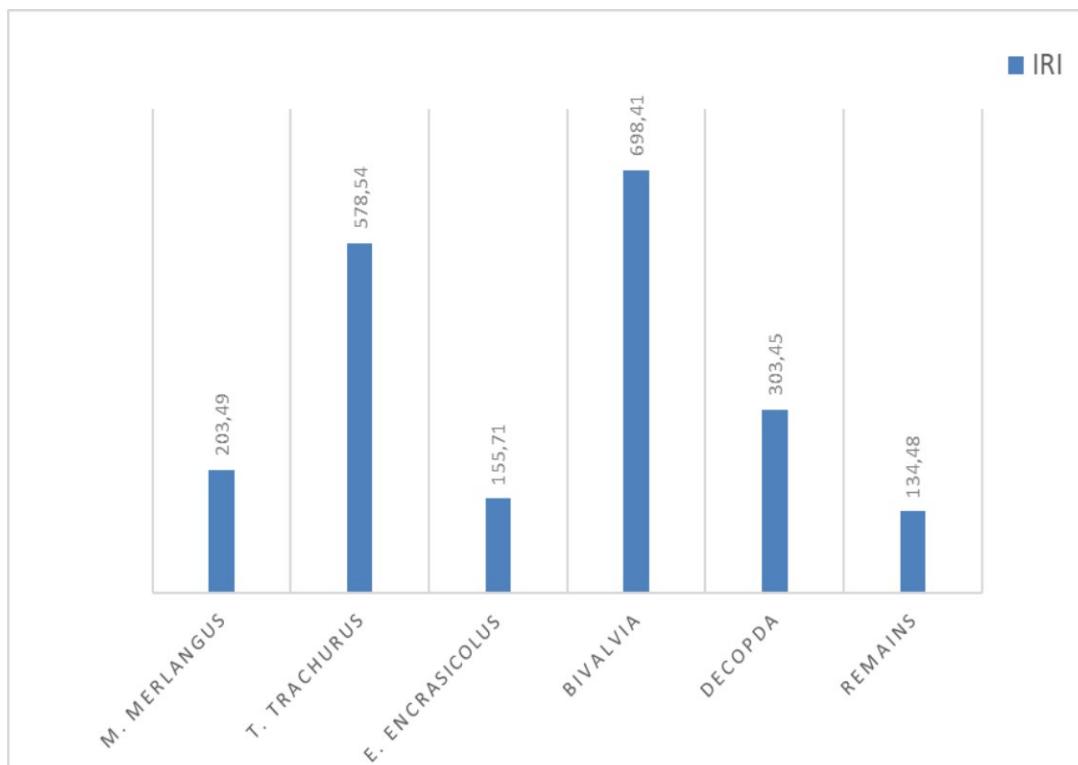


Fig. 38 IRI values of food components in turbot food in winter season 2022

The percentage ratio of individual feed components according to IRI (% IRI) was distributed as follows: 79 % whiting, 8% gobies, and 5 % anchovy, and a small percentage was distributed among other fish species (Fig.39).

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

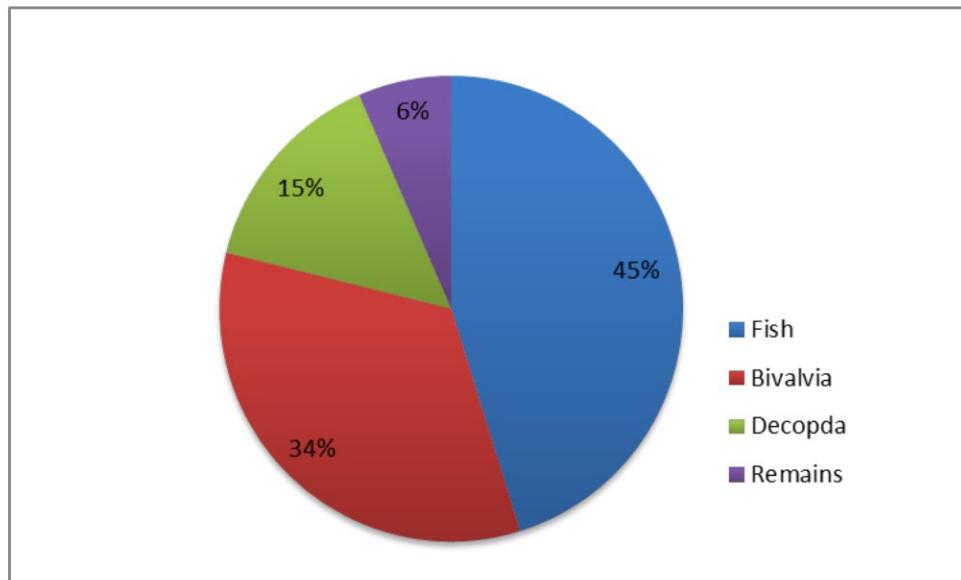


Fig. 39 Percentages by species (% IRI) in the turbot food spectrum in winter season 2022.

Other reference species, diet spectrum

In 2022, four fish species were studied to clarify their dietary spectra: *Squalus acanthias*, *Raja clavata*, *Merlangus merlangus*, and *Mullus barbatus*.

Black Sea dogfish *Squalus acanthias*: Of the 10 stomachs processed to determine stomach fullness, 90 % contained food. The general statistics for the measured biological parameters are listed in Table 11.

Table 11
Common statistical parameters measured in the analysis of stomach fullness.

| | L | W gr | St cont | ISF |
|--|---|------|---------|-----|
|--|---|------|---------|-----|

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | gr | | | |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Mean | 118,6 | 6280 | 19,6 | 0,30145 |
| Standard Error | 0,635959 | 140,3409 | 7,628456 | 0,109535 |
| Median | 118,5 | 6345 | 17,75 | 0,285885 |
| Mode | 120 | #N/A | 2 | #N/A |
| Standard Deviation | 2,01108 | 443,7968 | 24,12329 | 0,346382 |
| Sample Variance | 4,044444 | 196955,6 | 581,9333 | 0,11998 |
| Kurtosis | 0,017273 | 0,757523 | 5,117708 | 3,775723 |
| Skewness | -0,13114 | -0,1366 | 2,062055 | 1,750293 |
| Range | 7 | 1610 | 81 | 1,145686 |
| Minimum | 115 | 5460 | 0 | 0 |
| Maximum | 122 | 7070 | 81 | 1,145686 |
| Sum | 1186 | 62800 | 196 | 3,014498 |
| Count | 10 | 10 | 10 | 10 |

The average stomach fullness (ISF, % BW) index was $0.30 \% \text{ BW} \pm 0.1 \text{ SE}$ (Table 11).

Thornback ray (*Raja clavata*) All processed stomachs have food components. The general statistical data for the measured parameters in stomach content analysis are presented in Table 12.

Table 12
General statistical data for the measured parameters in stomach content analysis

| | <i>L</i> | <i>W gr</i> | <i>St con</i> | <i>ISF</i> |
|-----------------------|----------|-------------|---------------|------------|
| Mean | 54,4 | 1154 | 26,8 | 3,128521 |
| Standard Error | 3,529873 | 226,199 | 5,129815 | 1,358762 |
| Median | 55 | 1120 | 25,5 | 1,559633 |
| Mode | 55 | 1120 | #N/A | #N/A |
| Standard | 7,893035 | 505,7964 | 11,47061 | 3,038283 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| Deviation | | | | |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Sample | 62,3 | 255830 | 131,575 | 9,231164 |
| Variance | | | | |
| Kurtosis | 1,609697 | 2,211031 | -1,07678 | 3,98065 |
| Skewness | 0,358119 | 0,643551 | 0,580745 | 1,991261 |
| Range | 22 | 1420 | 27,5 | 7,110129 |
| Minimum | 44 | 510 | 15,5 | 1,321244 |
| Maximum | 66 | 1930 | 43 | 8,431373 |
| Sum | 272 | 5770 | 134 | 15,64261 |
| Count | 5 | 5 | 5 | 5 |

The average stomach fullness (ISF, % BW) index was 3.12 % BW ± 1.35 SE (Table 12).

Whiting (*M. merlangus*) From 70 stomachs, 63 % had food components and 37 % were empty. The average stomach fullness (ISF, % BW) index was 1.82 % BW ± 0.31 SE. The general statistical data for the measured parameters of the stomach content are listed in Table 13.

Table 13

General statistical data for the measured parameters in stomach content analysis

| | <i>L</i> | <i>W(gr.)</i> | <i>St conetnt gr</i> | <i>ISF</i> |
|---------------------------|----------|---------------|------------------------------|------------|
| Mean | 13,97429 | 17,58118 | 0,364466 | 1,816166 |
| Standard Error | 0,189012 | 0,856977 | 0,068521 | 0,307731 |
| Median | 13,8 | 16,2652 | 0,0994 | 0,762284 |
| Mode | 13 | #N/A | 0 | 0 |
| Standard Deviation | 1,581385 | 7,169982 | 0,573292 | 2,574665 |
| Sample | 2,500778 | 51,40864 | 0,328663 | 6,628902 |
| Variance | | | | |
| Kurtosis | -0,09877 | 1,702852 | 6,261397 | 3,979106 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



| | | | | |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Skewness | 0,419872 | 1,23704 | 2,341786 | 2,007778 |
| Range | 7,4 | 35,3344 | 2,9527 | 11,74219 |
| Minimum | 11 | 7,1584 | 0 | 0 |
| Maximum | 18,4 | 42,4928 | 2,9527 | 11,74219 |
| Sum | 978,2 | 1230,683 | 25,5126 | 127,1316 |
| Count | 70 | 70 | 70 | 70 |

Red mullet (*Mullus barbatus*): From 20 stomachs, only 15 % contained food components. The average stomach fullness (ISF, % BW) index was 0.09 % BW ± 0.05 SE (Table 14).

Table 14
General statistical data for the measured parameters in stomach content analysis

| | <i>L</i> | <i>W(gr.)</i> | <i>St cont gr</i> | <i>ISF</i> |
|---------------------------|----------|---------------|-------------------|------------|
| Mean | 12,69 | 19,7413 | 0,0149 | 0,085833 |
| Standard Error | 0,360475 | 1,792296 | 0,009713 | 0,058381 |
| Median | 12,8 | 19,31585 | 0 | 0 |
| Mode | 13,3 | #N/A | 0 | 0 |
| Standard Deviation | 1,612092 | 8,015391 | 0,043437 | 0,261086 |
| Sample Variance | 2,598842 | 64,2465 | 0,001887 | 0,068166 |
| Kurtosis | 0,066963 | 0,625299 | 7,852343 | 9,343346 |
| Skewness | -0,0332 | 0,650465 | 2,955712 | 3,137718 |
| Range | 6,5 | 31,5896 | 0,1593 | 1,009474 |
| Minimum | 9,7 | 8,5175 | 0 | 0 |
| Maximum | 16,2 | 40,1071 | 0,1593 | 1,009474 |
| Sum | 253,8 | 394,826 | 0,298 | 1,716662 |
| Count | 20 | 20 | 20 | 20 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



The ISF values for *Squalus acanthias*, *Raja clavata*, and *Merlangus merlangus* are shown in Fig. 40 a), b), and c).

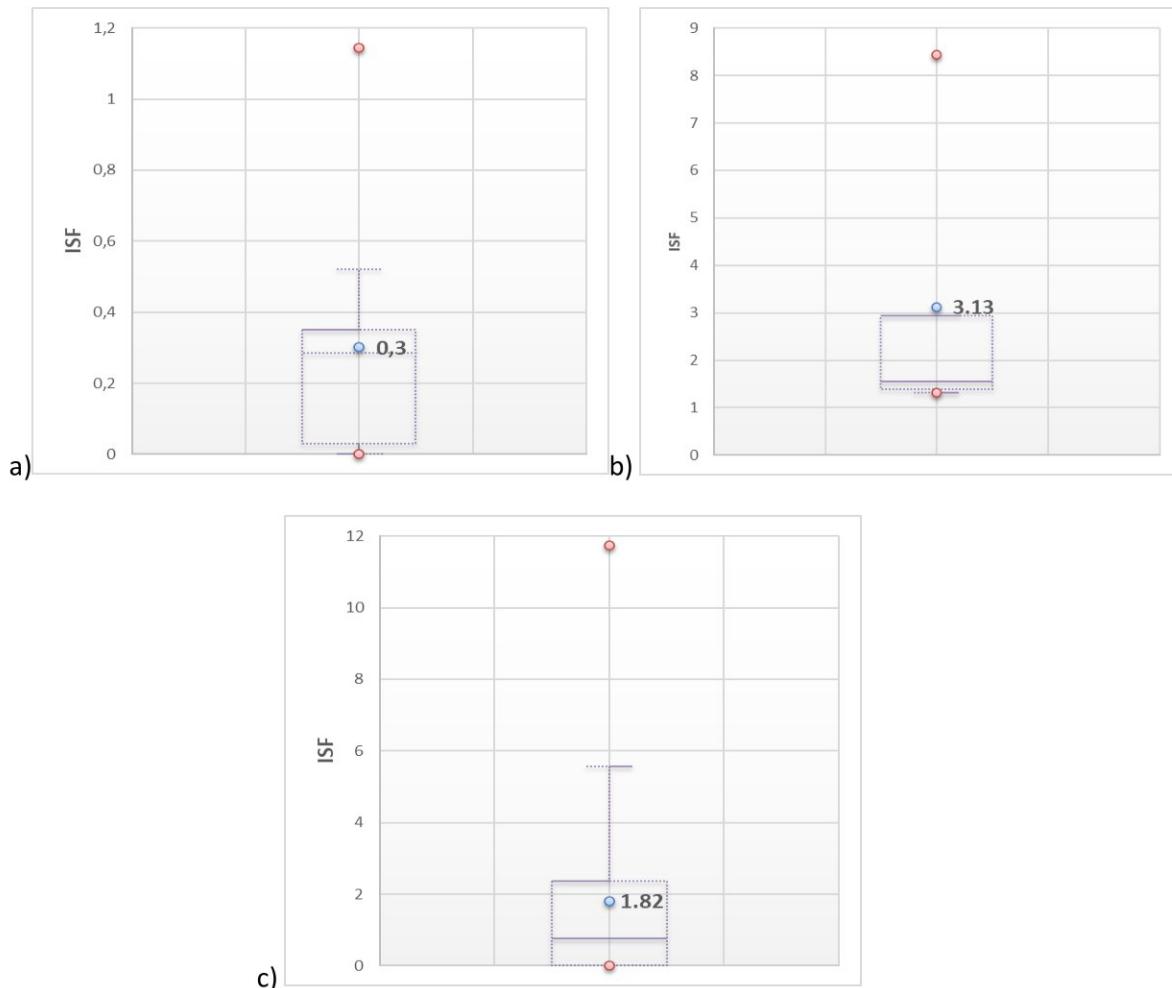


Fig. 40 Box-plot: ISF values: a) *Squalus acanthias*, b) *Raja clavata* and c) *Merlangus merlangus*, XII 2022

The diet spectra of *Squalus acanthias*, *Raja clavata*, and *Merlangus merlangus* are

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



shown in Tables 15, 16, and 17, respectively.

Table 15

Diet spectrum of *Squalus acanthias* during the survey period

| Species | Cn | Cw | F | IRI | %IRI |
|----------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| <i>Merlangus merlangus</i> | 38,49 | 46,44 | 55,56 | 152,88 | 40,05 |
| <i>Alosa caspia</i> | 1,59 | 2,81 | 22,22 | 19,80 | 5,19 |
| <i>Trachurus trachurus</i> | 2,78 | 1,28 | 11,11 | 36,48 | 9,55 |
| Gobiidae | 2,78 | 2,00 | 11,11 | 43,03 | 11,27 |
| Remains | 54,37 | 47,47 | 77,78 | 129,58 | 33,94 |

Table 16

Diet spectrum of *Raja clavata* during the survey period

| Species | Cn | Cw | F | IRI | %IRI |
|----------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|
| <i>Merlangus merlangus</i> | 5,00 | 6,98 | 20,00 | 59,88 | 16,98 |
| <i>Mullus barbatus</i> | 3,33 | 4,55 | 20,00 | 39,39 | 11,17 |
| <i>Trachurus trachurus</i> | 21,67 | 18,17 | 60,00 | 66,40 | 18,83 |
| Gobiidae | 21,67 | 18,73 | 60,00 | 67,33 | 19,10 |
| Decapoda | 3,33 | 2,73 | 20,00 | 30,30 | 8,59 |
| Remains | 45,00 | 48,85 | 100,00 | 89,29 | 25,32 |

Table 17

Diet spectrum of *Merlangus merlangus* during the survey period

| Species | Cn | Cw | F | IRI | %IRI |
|----------------------------|-------|-------|------|---------|-------|
| <i>Merlangus merlangus</i> | 2,22 | 2,22 | 2,27 | 4400,00 | 38,16 |
| <i>Sprattus sprattus</i> | 11,11 | 11,11 | 9,09 | 1063,33 | 9,22 |
| <i>Mullus barbatus</i> | 2,22 | 2,22 | 2,27 | 2933,33 | 25,44 |
| <i>Engraulis</i> | 2,22 | 2,22 | 2,27 | 2933,33 | 25,44 |

www.eufunds.bg

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



encrasicolus

| | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|--------|------|
| Remains | 82,22 | 82,22 | 84,09 | 200,94 | 1,74 |
|---------|-------|-------|-------|--------|------|

The results of the qualitative analysis showed that *Squalus acanthias* feeds mainly on fish species that form IRI = 381.77 (66 %) and food remains comprised IRI = 129.58 (34 %). In the food of the species *Raja clavata*, two taxonomic groups were recorded - of the fishes, which were dominant IRI = 233 (66.08%), as well as Decapoda with IRI = 30.30 (8.59%), and food remains IRI = 89.29 (25.32 %). The stomach content of *Merlangus merlangus* was formed entirely by other fish species IRI= 11330 (98.26 %), with a very small percentage of food remains (IRI= 200.94, 1.74 %). The results for red mullet showed a very low proportion of fish fed during the study period, and the digested contents could not be assigned to a taxonomic group; therefore, only the index of stomach fullness was calculated.

The IRI values of the individual feed components on the three species *Squalus acanthias*, *Raja clavata*, and *Merlangus merlangus* in 2022 are presented in Figs. 41, 42, and 43.

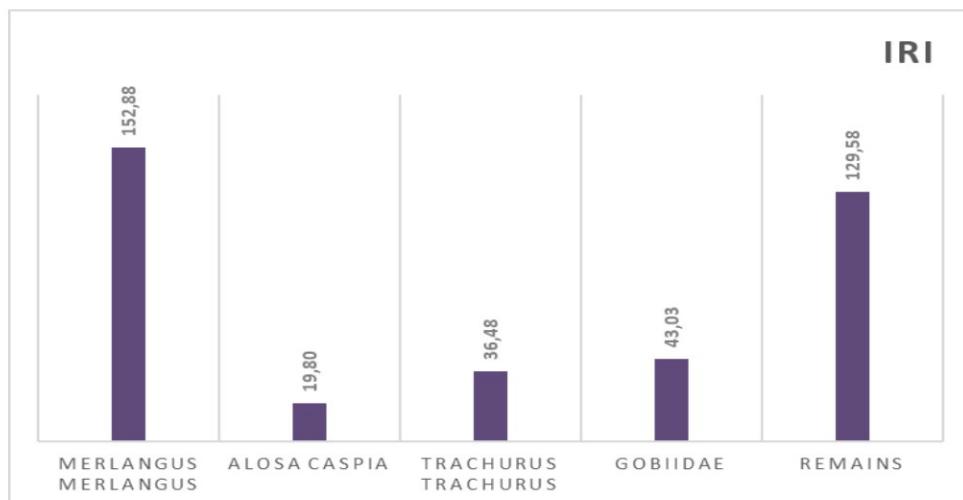


Fig. 41 IRI values of food components - *Squalus acanthias*, XII 2022.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО

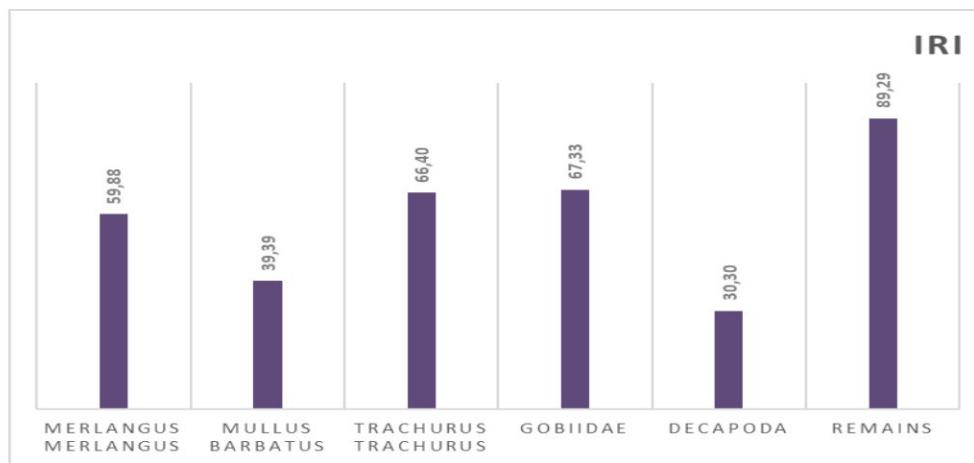


Fig. 42 IRI values of food components - *Raja clavata*, XII 2022

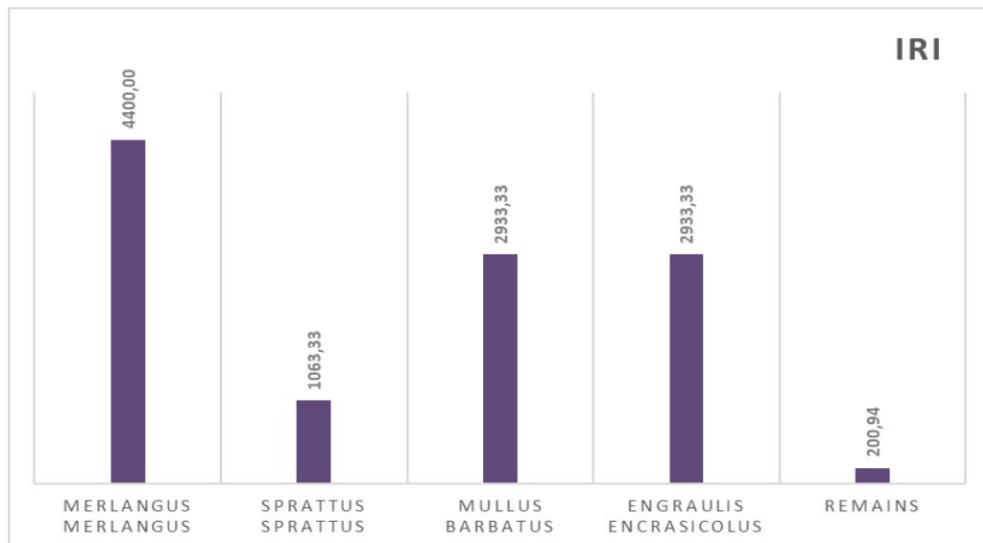


Fig. 43 IRI values of food components - *Merlangus merlangus* XII 2022.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



5. Forecasts and opportunities for exploitation

The estimation of **maximum sustainable yield (MSY)** was based on the Gulland formula (1971): $MSY = 0.5 \times M \times B_v$, and the natural mortality coefficient (M) was calculated using Pauly's empirical formula (1979, 1980). At a value of $M = 0.2$, the quantity of MSY by the Gulland method amounts to **169.67 t** for the autumn season of 2022.

Stock exploitation (E) is determined by the formula $E = F/Z$ (Pauly, 1983) and varies according to the intensity of fishing activities (Avşar, 1998), such that the population is under-exploited at $E < 0.5$, while $E = 0.5$ gives an optimal level of exploitation, and $E > 0.5$, indicating over-exploitation. The calculated value of $E = 0.67$ (for the two studied seasons of 2022) is an indication of a high exploitation of the turbot stock.

The calculated values of the parameters in the *von Bertalanffy* and L-W equations (Fig.44) **for both surveys in 2022 (spring and autumn)** were as follows: $a = 0.0166$, $b = 3.02$, $q = -1.78$, $L_\infty = 78.95$, $k = 0.27$, $t_0 = -0.48$.

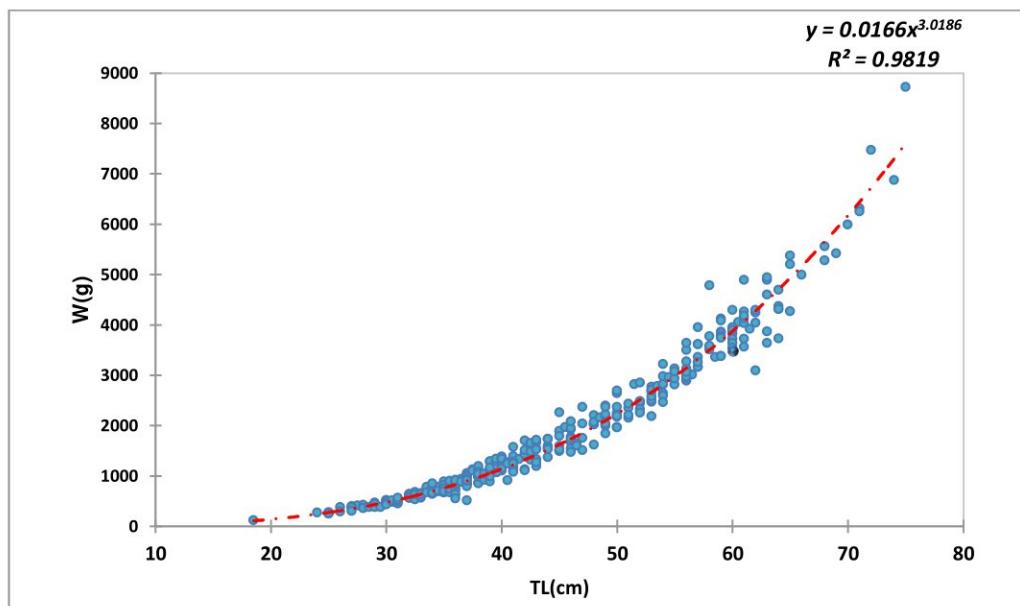


Fig. 44 *S. maximus*: Length-weight relationships in 2022 г.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



TAC (Total Allowable Catch)

The Beverton and Holt yield-per-recruit model (Y/R model, 1957) was used to calculate the maximum sustainable yield and total allowable catch. To calculate the yield per recruit, the following parameters are applied: W_∞ , κ , M , t_0 , t_r , while the model allows inputs of various F and T_c parameters and assessment of their effects on the yield per recruit. It should be mentioned, that both parameters - F and T_c can be controlled by fishery management, because F is proportional to effort and T_c is a function of gear selectivity. The calculations show that Y/P increases at $F = 0.2$ (Fig. 45); thus, the value of fishing mortality should not exceed 0.2, aiming at the maximal sustainable yield of adult specimens.

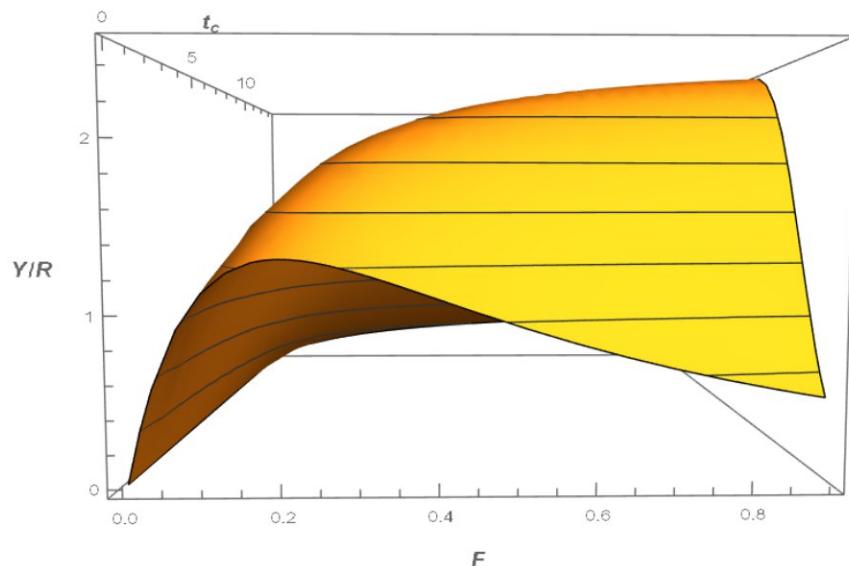


Fig. 45 Yield per recruit curves with different ages of first capture (T_c) - 2,3,4.

The strategy of the dynamic MSY model does not consider yearly variations in recruitment and should be combined with other analytical models, including linear or age

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



virtual population analysis. Therefore, the so-called "ad hoc" special approaches could be applied, such as TAC implementation as a part of MSY-up to 2/3 of MSY (Raykov, 2011).

Using the "ad hoc" method, it is assumed that the total allowable catch of turbot can reach **113** tons in the Bulgarian Black Sea, calculated on the basis of data from the autumn season of 2022, but it should be noted that the percentage distribution of sexually mature specimens ($L > 45$ cm) was 48.97 % for the autumn season of 2022 and after recalculations based on this percentage, the total allowable catch should not exceed **65** tons.

Observed other particular problems

During the expedition activity, the dominant wind direction was West, Northeast, and southeast by force between 1-2º BF - along the coast and 2-4º BF - at sea.

In the autumn-winter season of 2022, the field conditions were normal for conducting research activities for demersal stock assessment in the Bulgarian Black Sea waters.

Weather conditions during the survey

During the expedition activity, the dominant wind directions were West, Northeast and Southeast. In the autumn-winter season of 2022, field conditions were normal for conducting research activities for turbot stock assessment in the Bulgarian Black Sea waters.

Large quantities of marine litter were not detected in this study.

6. Conclusions and recommendations

From the collected information and results obtained from the trawl survey in December, 2022 the following conclusions and recommendations can be made:

- **Turbot biomass** in the Bulgarian Black Sea waters was assessed at **1696.67 tons**

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



ПРОГРАМА ЗА
МОРСКО ДЕЛО И
РИБАРСТВО

and **turbot abundance** was estimated at **814,652 individuals**.

- The recommended maximum sustainable yield (MSY) for Bulgaria should not exceed **113 t**, and it is assumed that the total allowable catch (TAC) of turbot in the Bulgarian Black Sea waters could be **65 tons** as a relatively acceptable quantity.
- **The size structure** of the turbot population in the Bulgarian Black Sea zone included length classes from **25 to 75 cm**, with weights between **250 g and 8720 g**. The average turbot weight was estimated as **2082.69 g**. In the turbot length structure, **undersized individuals**, with length < 45 cm, formed **51.03 %** of the total number, while those of **standard length** made up **48.97 %**.
- **The age composition** of the population included age classes from **1 to 11 - years**, with the domination of the three (30.34 %), four (20.00%), and two (15.17 %) year classes (65.52% total), followed by 5 and 6 - years specimens - 20.69 %).
- The **established ratio between females, males, and sexually immature** individuals in the yield was - **33.79%: 15.17%:51.03%**.
- A total of 169 stomachs from turbot, dogfish, whiting, thornback ray, and red mullet were collected for analysis of stomach content. The turbot diet was dominated by the fish group IRI= 937.73 (45 %), with the highest share of horse mackerel, IRI=578.54, followed by whiting, with IRI=203.49, and anchovy, IRI=155.71. The second most important in food is the group of bivalve mollusks Bivalvia, IRI=698.41 (34 %) followed by Decopoda, IRI=303.45 (14 %), with a

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



relatively high proportion of fish remains ($IRI = 134.48$ (6 %)), which cannot be determined by species. The food of the dogfish, *Squalus acanthias*, was dominated by fish with $IRI = 381.77$ (66%), and in the food of the *Raja clavata* species, two taxonomic groups were recorded: fish, with $IRI = 233$ (66.08%) and Decapoda, with $IRI = 30.30$ (8.59%). In *Merlangus merlangus*, stomach contents are formed entirely by other fish species, $IRI = 11330$ (98.26 %). For red mullet, a small proportion of the feeding specimens was recorded.

- The spatial distribution of the reference bottom cartilaginous fish species was as follows: *S. acanthias* was observed mainly in front of Durankulak, at a depth of ~ 80 m. Kaliakra (77.5 m), and C. Emine (C11 (30 m); aggregation of *P. flesus* is found at a depth of 57–65 m in the area from Durankulak to C. Kaliakra. *R. clavata* specimens were observed between Primorsko and Sozopol at depths of 39–45 m.
- *M. merlangus* was widespread, with greater concentrations observed between Durankulak and C. Kaliakra, at depth of 60 - 80 m. The average biomass index of *M. merlangus* is 55.31 kg/h, with the index reaching its maximum value in front of the northern coasts - 160 kg/h. In the catches were dominated by the size class 12 - 14.5 cm, with a predominance of female specimens.
- The estimated biomass of **whiting** in the Bulgarian Black Sea water area was **7584.20 t** in autumn 2022, and the abundance was estimated at **533,405.311** specimens. The estimated biomass of the **thornback ray** was **712.27** tons, and its abundance was estimated at **350,950** specimens. Owing to the small number of

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Black Sea dogfish specimens caught and the specificity of the distribution of this species, it is difficult to make an accurate assessment of biomass and abundance off the Bulgarian coast of the Black Sea.

7. References

- Alverson, D. L., 1971.** Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal. Part 1. Survey and charting of fisheries resources. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (102): 80 p.
- Avşar, D., 1998.** Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi. Ders Ders Kitabı No: 5, Baki Kitap Evi, Adana, 303s.
- Aydin, I. and Sahin, T.** 2011. Reproductive performance of turbot (*Psetta maxima*) in the Southern Black Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 35(1): 109-113.
- Aydin, I., Polat, H., Sahin, T. 2019.** Reproductive performance of wild and hatchery-reared Black Sea Turbot, *Psetta maxima*, in the Southern Black Sea Cost. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20 (5): 351:357.
- Bertalanffy, L. Von, 1934.** Untersuchungen über die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums. 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie. *Roux'Arch. Entwicklungs-mech. Org.*, 131: 613-653.
- Beverton, R. J. H. and S. J. Holt, 1957.** On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food. G.B. (2 Sea Fish.)*, 19: 533 p.
- Beverton, R. J. H. and S. J. Holt, 1966.** Manual of methods for fish stock assessment. Part 2. Tables of yield functions. Manuel sur les méthodes d'évaluation des stocks ichtyologiques. Partie 2. Tables de fonctions de rendement. Manual de métodos para la evaluacion de los stocks de peces. Parte 2. Tablas de funciones de rendimiento. *FAO Fish. Tech. Pap. /FAO Doc. Tech. Pêches/FAO Doc Téc. Pesca*, (38) Rev. 1 : 67 p.
- Beverton, R. J. H., and S. J. Holt, 1956.** A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V. Réun. CIEM*, 140:67-83.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Bulgurkov, K., 1965. On the food and distribution of industrial turbot (*Rhombus maeoticus* Pallas) in the southern region of the Bulgarian Black Sea coast. Izv. of the Institute of Fisheries and Oceanography - Varna, vol. VI, pp. 99-109.

Cadima, E. L., 2003. Fish stock assessment manual. FAO *Fisheries Technical Paper*. No. 393. Rome, 161p.

Cochran W.G., 1977. Sampling techniques (3rd edition). John Wiley & Sons, New York, USA, 428pp.

European Commission, Joint Research Centre, Mannini, A., The JRC MEDITS R script – A tool to analyse MEDITS data during STECF EWGs, Publications Office, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/5799>.

Gulland, J. A., 1966. Manual of sampling and statistical methods for fisheries biology. Part I: Sampling methods. FAO Manuals in Fisheries Science No. 3, Rome.

Gulland, J. A., 1969. Manual of Methods for Fish Stock Assessment - Part 1. Fish Population Analysis. FAO *Manuals in Fisheries Science No.4*:154p.

Ivanov, L.S., M. Karapetkova, 1979. Dynamics of the stock of turbot (*Scophthalmus maeoticus* Pallas) from the Bulgarian Black Sea shelf and measures for their rational exploitation. I. Growth and mortality; II. Stocks and reproduction. Hydrobiology, 9, 3-14 and 15-28.

Jones R., 1981. The use of length composition data in fish stock assessment (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fish.Circ.No 734, 55 pp.

Mannini, A., 2020. European Commission, Joint Research Centre, The JRC MEDITS R script : a tool to analyse MEDITS data during STECF EWGs, Publications Office, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/5799>

Marinov, K., M. Karapetkova, 1957. Distribution of turbot during the first months of 1955. Scientific Papers of Scientific Research Inst. of Fisheries and Fisheries - Varna, vol. I., Zemizdat, Sofia, 45-51 pages.

Martino, K., M. Karapetkova, 1957. Distribution of turbot during the first months of 1955. Scientific annals of Research Institute of Fisheries and fish industry. – Varna, vol. I, Publ. Zemizdat, Sofia, 45-51 pp.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Nash, R.D.M., Valencia, A.H., Geffen, A. J. 2006. The origin of Fulton's condition factor – setting the record straight. *Fisheries* 31:5, 236-238.

National Research Council 1998. Improving Fish Stock Assessments. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/5951>.

Pauly, D., 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons.Int. Explor. Mer*, 39:175-192.

Pauly, D., 1983. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO Fisheries Technical Paper No. 234, 52 p.

Pavlova E., S. Stoykov, V. Mihneva, D. Gerdjikov, Klisarova D., S. Valchev, F. Tserkova, 2017. "Stock assessment of turbot (*Scophthalmus maximus*) by swept area method in front of Bulgarian Black Sea coast during autumn – winter 2016". Project report for the National Agency of Fisheries and Aquaculture of Bulgaria to National Data Collection program for 2017, 36 pp.

Pavlova E., S. Stoykov, V. Mihneva, D. Gerdjikov, Petrova D., F. Tserkova, S. Valchev T. Hubenova, A. Zaikov, L. Hadjinikolova, A. Ivanova, M. Gevezova, G. Rusenov, V. Maximov, G. Radu., 2016. "Stock assessment of turbot (*Scophthalmus maximus*) by swept area method in front of Bulgarian Black Sea coast during autumn – winter 2015". Project report for the National Agency of Fisheries and Aquaculture of Bulgaria to National Data Collection program for 2016, 66 pp.

Pavlova E., S. Stoykov, V. Mihneva, Klisarova D., D. Gerdjikov, F. Tserkova, S. Valchev, V. Maximov, G. Radu., 2017. "Stock assessment of turbot (*Scophthalmus maximus*) by swept area method in front of Bulgarian Black Sea coast during spring 2016". Project report for the National Agency of Fisheries and Aquaculture of Bulgaria to National Data Collection program for 2016, 44 pp.

Pavlova E., S. Stoykov, V. Mihneva, S. Valchev, P. Penchev, D. Gerdjikov, Klisarova D., , F. Tserkova, 2017. "Stock assessment of turbot (*Scophthalmus maximus*) by swept area method in front of Bulgarian Black Sea coast during spring 2017". Project report for the National Agency of Fisheries and Aquaculture of Bulgaria to National Data Collection program for 2017, 40 pp.

Pavlova E., S. Stoykov, V. Mihneva, S. Valchev, P. Penchev, D. Gerdjikov, Klisarova D., , F.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Tserkova, 2018. "Stock assessment of turbot (*Scophthalmus maximus*) by swept area method in front of Bulgarian Black Sea coast during autumn 2017". Project report for the National Agency of Fisheries and Aquaculture of Bulgaria to National Data Collection program for 2017, 40 pp

Pavlova E., S. Stoykov, V. Mihneva, S. Valchev, P. Penchev, D. Gerdjikov, Klisarova D., F.

Tserkova, 2018. "Stock assessment of turbot (*Scophthalmus maximus*) by swept area method in front of Bulgarian Black Sea coast during spring 2018". Project report for the National Agency of Fisheries and Aquaculture of Bulgaria to National Data Collection program for 2018, 43 pp.

Petrova E., Stoykov S., Mihneva V., Valchev S., Georgiev K., Angelov G., Penchev Ph., Tserkova F., 2022. Bottom trawl surveys in the Bulgarian Black Sea Area, Spring-Summer 2022, Report under Contract with the Executive Agency Fisheries and Aquaculture, Bulgarian Work Plan for data collection in the fisheries and aquaculture sectors 2022, p.64.

Petrova E., Stoykov S., Mihneva V., Valchev S., Penchev Ph., Tserkova F., 2019. Bottom trawl surveys in the Bulgarian Black Sea Area, Spring 2019, Report under Contract with the Executive Agency Fisheries and Aquacultures, Program for data collection for fishing in 2019, p.48.

Petrova E., Stoykov S., Mihneva V., Valchev S., Penchev Ph., Tserkova F., 2020. Bottom trawl surveys in the Bulgarian Black Sea Area, autumn 2019, Report under Contract with the Executive Agency Fisheries and Aquacultures, Program for data collection for fishing in 2020, p.52.

Petrova E., Stoykov S., Mihneva V., Valchev S., Penchev Ph., Tserkova F., 2020. Bottom trawl surveys in the Bulgarian Black Sea Area, Summer 2020, Report under Contract with the Executive Agency Fisheries and Aquacultures, Program for Data collection for fisheries in 2020, p.53.

Petrova E., Stoykov S., Mihneva V., Valchev S., Penchev Ph., Tserkova F., 2021. Bottom trawl surveys in the Bulgarian Black Sea Area, Autumn-Winter 2020, Report under

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Contract with the Executive Agency Fisheries and Aquacultures, Program for Data collection for fisheries in 2021, p.46.

Petrova E., Stoykov S., Mihneva V., Valchev S., Penchev Ph., Tserkova F., 2021. Bottom trawl surveys in the Bulgarian Black Sea Area, Spring-Summer 2021, Report under Contract with the Executive Agency Fisheries and Aquacultures, Program for Data collection for fisheries in 2021, p.53.

Petrova E., Stoykov S., Mihneva V., Valchev S., Georgiev K., Angelov G., Penchev Ph., Tserkova F., 2022. Bottom trawl surveys in the Bulgarian Black Sea Area, Autumn-Winter 2021, Report under Contract with the Executive Agency Fisheries and Aquacultures, Program for Data collection for fisheries in 2022, p.59.

Pinkas, L., M. S. Olipham, I. L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. California Fish Game 152:1-105.

Raykov, 2011. Status, trends and environmental aspects of population dynamics of sprat (*Sprattus Sprattus L.*) Bulgarian sector of the Black Sea. PhD thesis, 210 p.

Ricker, W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, (191):382 p.

Rikhter, J. A, V. N. Efanov, 1976 - On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish population. *ICNAF 76/VI/8*, 12p.

Sabatella, E., R. Franquesa, 2004. Manual for fisheries sampling surveys: Methodologies for estimation of socio-economic indicators in the Mediterranean Sea. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews, No.73, FAO Rome, ISBN 1020-7236, 38 pp.

Souplet, A., 1996. Définition des estimateurs. In: Campagne internationale de chalutage démersal en Méditerranée (Medit 95). Vol. III. Indices de biomasse et distributions en tailles. Bertrand J. Coordonnateur général. Etude 94/047 IFREMER/CE, 94/011 IEO/CE, 94/057 SIBM/CE, 94/051 NCMR/CE

Sparre, P., S. C. Venema, 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part1. *FAO Fisheries Technical Paper* No 306.1, Rome, 376 p.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ ФОНД ЗА
МОРСКО ДЕЛО И РИБАРСТВО



МИНИСТЕРСТВО НА ЗЕМЕДЕЛИЕТО



Sparre, P., S. C. Venema, 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I: Manual. FAO Fisheries Technical Paper, 306/1, rev.2, DANIDA, Rome FAO. 407p. ISBN 92-5-103996-8.

Troadec, J. P., 1977. Méthodes semi-quantitatives d'évaluation. *FAO circ.Pêches*, (701) :131-141.

Tserkova, F., D. Petrova, E. Pavlova, S. Stoykov, V. Mihneva, T. Hubenova, A. Zaikov, L. Hadjinikolova, D. Terziyski, A. Ivanova, M. Gevezova, V. Maximov, G. Radu., 2015. "Stock assessment of turbot (*Psetta maxima*) by swept area method in front of Bulgarian Black Sea coast during autumn – winter 2014". Project report for the National Agency of Fisheries and Aquaculture of Bulgaria to National Data Collection program for 2015, 56 pp.

Tserkova, F., D. Petrova, E. Pavlova, S. Stoykov, V. Mihneva, V. Maximov, G. Radu., 2015. Abundance of Turbot (*Psetta maxima* L.) along the Bulgarian Black Sea Coast in Autumn 2014. Ozhan, E.(Editor), 2015, *Proceedings of Twelfth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST, 15, 06-10 October 2015, Varna, Bulgaria, MEDCOAST, Mediterranean Coastal Foundation, Dalyan, Mugla, Turkey*, vol 1, 419-430 p. ISBN: 978-605-85652-4-1.

Walford, L. A., 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods. Hole, 90:141-147.

Zengin, M., 2005. Report of the Assessment Methodologies for the Turbot Stock in the Black Sea; Proposals for Standardized Methodology and Implementation at the Regional Level. AG FOMR, BSC.

Zupa W., Casciaro L., Bitetto I., Spedicato M.T., 2022. BioIndex: R code to perform analysis of trawl survey data using MEDITS file format. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6389406>.

----- www.eufunds.bg -----

Проект № BG14MFOP001-3.003-0004, „Събиране, управление и използване на данни за целите на научния анализ и изпълнението на Общата политика в областта на рибарството за 2022 г.“, финансиран от Програмата за морско дело и рибарство, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския фонд за морско дело и рибарство.