

# **SZAKDOLGOZAT**

**Szakál Szabolcs**

**2025**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**

**Georgikon Campus**

**Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet**

**Mezőgazdasági mérnöki alapképzési szak**

**INTENZÍVEN NEVELT CSAPÓSÜGÉR (*PERCA  
FLUVIATILIS*) ÁLLOMÁNY VIZSGÁLATA  
MORFOMETRIAI ALAPÚ MEGKÖZELÍTÉSSEL**

**Belső konzulensek:** dr. Beliczky Gábor Péter  
tudományos munkatárs

Bognár András  
tudományos segédmunkatárs

**Belső konzulensek  
intézete/tanszéke:** Akvakultúra és  
Környezetbiztonsági Intézet  
Alkalmazott Halbiológiai  
Tanszék

**Készítette:** Szakál Szabolcs

**Keszthely**

**2025**

## Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések .....	4
2. Szakirodalmi áttekintés .....	6
2.1 A halászat, haltenyésztés története .....	6
2.2. A haltenyésztés Magyarországon és Európában.....	7
2.3. Hazai termelt fajok és mennyiségek.....	8
2.4. A haltermelés típusai .....	9
2.4.1. Halastavi hagyományos (extenzív és fél-intenzív) haltenyésztés.....	10
2.4.2. Intenzív (precíziós) haltenyésztés .....	15
2.4.3. Intenzív körülmények között termelt halfajok .....	17
2.4.4. A recirkulációs (RAS) rendszer jellemzése .....	21
2.4.4. A két fő termelési irányzat (halastavi extenzív/fél-intenzív vs. RAS) összehasonlítása .....	25
2.5. Morfometria.....	25
2.6. A sügér.....	26
3. Anyag és módszerek.....	31
4. Eredmények és értékelésük .....	38
5. Következtetések és javaslatok.....	41
6. Összefoglalás.....	43
7. Köszönetnyilvánítás .....	44
8. Irodalomjegyzék.....	45
9. Táblázatok és ábrák jegyzéke.....	49
10. Nyilatkozatok .....	50

## 1. Bevezetés és célkitűzések

A Föld egyre gyorsabban növekvő népességének élelmezése, a biztonságos élelmiszer előállítása a XXI. század egyik legfontosabb feladata lesz. Az elmúlt évtizedekben a halfogyasztás világszinten erősen növekvő tendenciát mutatott, viszont ezzel párhuzamosan egyre gyakrabban lehetett arról értesülni, hogy a természetes vizeink halállományai egyre inkább kimerülnek. A hagyományos halfogási módszerekkel tehát már nehéz és fenntarthatatlan a fogyasztási igényeket kielégíteni. Mindezek következményeként az akvakultúra, vagyis a kontrollált, vízhez kapcsolódó szervezetek (hal, puhatestű, rák, alga stb.) élelmiszer -és takarmányozási célú termelése napjaink legnagyobb ütemben fejlődő agrár ágazatává vált. Az akvakultúra szektoron belül egyre inkább kiemelt helyet kapnak az intenzív recirkulációs rendszerek (Recirculating Aquaculture System-RAS). Ezekben a termelés zárt, minden lépésben ellenőrzött keretek között zajlik, ahol nagy állománysűrűség mellett egy erőforrás, hatékony és fenntartható gazdálkodás valósul meg. Az ilyen típusú rendszerek kiépítése és üzemeltetése jelentős beruházást igényelnek, valamint a rendelkezésre álló szakember igényük is fontos tényező. Mindamelllett számos előnnyel bírnak, úgy, mint a takarékos vízfelhasználás, az egy kilogramm haltermelésre fordított villamos- és hőenergia, a tápfelhasználás hatékonysága, vagy a területtudatosság. Ezeken túl, ezek a jövőálló precíziós rendszerek kiemelt figyelmet fordítanak a haltermelés következtében metabolitokkal szennyeződő elfolyóvizek környezeti kockázataira is.

Magyarországon a haltenyésztés hagyományosan a tógazdaságokra épül, de egyre nagyobb százalékban a precíziós rendszerek is megjelennek a termelésben. Itthon, az intenzív rendszerek szinte egésze afrikai harcsát (*Clarias gariepinus* és *Heterobranchus longifilis* hibrid) tenyészt, ez körülbelül 90%-os intenzív részesedést jelent, amivel hazánk Európa éllovasa az afrikai harcsa szektorban. Egyre több halfaj esetében, számos kutatást követően felmerül az intenzív nevelés lehetősége, így a sügérfélék (*Percidae*) családján belül a süllő (*Sander lucioperca*), vagy a sügér / csapósügér (*Perca fluviatilis*) esetében is. A hazánkban őshonos csapósügér nagyon ígéretes fajnak számít, az európai gasztronómiában is feltörekvő tényező és a sporthorgászatban is fontos szerepet tölt be. RAS rendszerben a nevelése kihívásokkal teli és ebben az egyik fontos, eredményességet hátráltató tényező a kannibalizmus. Nem csak tudományos szempontból érdekes, hanem gyakorlati szempontból, azaz gazdaságilag is jelentős téma e nem domesztikált halfaj viselkedésének, növekedésének vizsgálata mesterséges körülmények között.

Szaktervezési munkásságom során célom volt kísérletes módszerekkel megvizsgálni egy intenzíven szaporított és zárt recirkulációs rendszerben nevelt vad háttérű csapósügér (*Perca fluviatilis*) állományt. Vizsgálataimhoz a nevelés közben bizonyos időpontokban kigyűjtöttem a kannibál egyedeket és külön nevelőtérben, de azonos rendszerben és azonos etetési protokollt használva neveltem tovább őket. A kontroll egyedek (nem kannibálok) is ugyanabban a recirkulációs rendszerben nevelkedtek, így alkalmam volt őket megvizsgálni és összehasonlító elemzéseket végezni. Kiemelt célom volt felmérni a kannibál és kontroll csoport belső ivararányát boncolásos vizsgálattal és ivarsejt festéssel. További célom volt morfológiai alapú összehasonlításokat végezni a kannibál és kontroll állományon. Végezetül megvizsgáltam a kontroll állomány kicsi (S-small), közép (M-medium) és nagy (L-large) mérettartományának eseti ivararányát és morfológiai adottságait is. Arra törekedtem, hogy eredményeimmel hozzá tudjak járulni az intenzív (tápos) csapósügér nevelés technológiai fejlesztéséhez és annak optimalizálásához.

## 2. Szakirodalmi áttekintés

### 2.1 A halászat, haltenyésztés története

A halászat, ősi mesterségeink egyike, a mai napig fontos szerepet tölt még be az emberi táplálék megszerzésében, előállításában a világ számos területén. Ugyanakkor az innovatív módszerekkel folyamatosan fejlesztett tudatos haltermelés (halszaporítás és ivadéknevelés, polikultúrára alapozott tógazdasági termelés stb.) terén a magyar szakembereknek mindig is kiemelkedő szerepe volt. Írásos emlékek bizonyítják a Kárpát-medence halbőségét. Az emlékek megemlítik I. Istvánt, aki halászati jogokkal ruházta fel a pannonhalmi bencéseket. Ebben a korszakban ilyen jogot – pontosan a jelentősége miatt - csak a király adhatott. A XIV. században a Tisza és mellékei körülbelül 4000 halásznak biztosított megélhetést. A hal, könnyen hozzáférhető és magas tápanyagtartalma miatt a szegénységben élők legfőbb táplálékforrása volt. A XIX. századi folyószabályozások idején, bár a termelési célok helyesek voltak, Széchenyi István balszerencséjére akkoriban nem volt szakképzett munkaerő, így a korábbi nagy mennyiségű hozam, évről évre csökkenni kezdett. A termelés mennyiségi és minőségi fejlesztésének céljából a Magyar Tudományos Akadémia pályázatot hirdetett. Ebből az időszakból származik Hermann Ottó polihisztor két műve is, mely a mai napig használatos tradicionális halgazdasági, tógazdasági feladatokat, tapasztalatokat tárgyalja. A századvégen alakult tavak halászata bérlőrendszer formájában működött, a Balatoné pedig társulási szervezetbe tömörült. A II. világháborút követően a Balaton és a tógazdaságok állami tulajdonba, az egyéb vizek pedig termelőszövetkezetekhez kerültek. Az 1952-es halastó-építési program során számos olyan területen hoztak létre halastavakat, ahol mezőgazdasági termelésre nem volt esély. 1970-ben megalakult a Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ). Ez, a szabadidős tevékenységet horgászattal töltő emberek támogatása és képviselete mellett, vízkezelési és ivadék előállító-tenyésztési feladatokat is kapott (Polgár, 1997).

A haltermelés jelentősége nem csak abban rejlik, hogy a halhús, magas biológia értékű fehérjék, nélkülözhetetlen aminosavak (pl.: hisztidin, lizin, triptofán) és kedvező zsírsavösszetétel mellett, az emberi táplálkozásban kiemelt jelentőséggel bír, hanem a mezőgazdaság által használhatatlan területeket is termelésbe tudja állítani. Költségei, egyes vélemények szerint más állati termékek előállításával szemben sokkal kedvezőbbek. Mindemellett a tógazdaságok vízgazdálkodási feladatokat is ellátnak (talajvízszint megtartás, mikroklíma szabályozó funkció), továbbiakban sok helyen lehetőség van rekreációs célú infrastruktúra felhasználásra is (Polgár, 1997).

## 2.2. A haltenyésztés Magyarországon és Európában

Hazánkban, a '90-es évekre a haltermelés éves volumene egy nagyobb visszaesést kellett elszenvedjen, miközben Magyarországon hagyományosan az alacsony halfogyasztás volt mindig is a jellemző. Ennek a csökkenésnek több oka is volt, köztük a rendszerváltás és a gazdasági környezet átalakulása (Horváth, 2007). Hiába a jó minőségű hal a hazai termelőktől, a termelési költségekkel és a piaci árakkal nehezen tudnak versenyezni. Ezen felül akad még nehézség, mely az ágazatot terheli, ez pedig az emberi tényező, azaz a vásárlói szokások. Hazánkban a halhús fogyasztása nem a mindennapos étkezés része, inkább a keresztény ünnepi alkalmakhoz kapcsolódóan kerül a családok asztalára. Nagyságát tekintve ez országosan nagyjából hat kilogramm egy főre vetítve, így ez a világfogyasztás harmadát sem éri el (AKI, 2023; 2024). Az adatok - a 2022-es szokásokat nézve - kisebb visszaesést mutatnak. Ennek okai között természetesen nem csak a hazai fogyasztói viselkedés, hanem a lakosság vásárlóerejének erőteljes romlása is szerepet kaphatott (Kiss és mtsai, 2024).

A rendszerváltás után a termelőszövetkezetek megszüntetését vagy privatizációját követően a halgazdaságok sokszor nem megfelelő, tőkehiányos vagy tapasztalatlan tulajdonosok kezébe kerültek. Ezt a helyzetet nehezítette, hogy a korábbi bő támogatások a politikai fordulat után elapadtak. A termelési költségek közül a takarmány ára nagyon megemelkedett, ez pedig a tógazdaságokat különösen érzékenyen érintette, miközben a hal felvásárlási ára nem tartott lépést ezek ütemével (Horváth, 2007).

A 2004-es Európai Unióhoz való csatlakozást követően egy újabb gond ütötte fel a fejét. A hipermarketek térhódításával a hagyományos halárusító helyek gyakorlatilag teljesen megszűntek és a boltok polcain széles választékban megjelent részben a környező országok édesvízi halkínálata, valamint a tengerparttal rendelkező nemzetek termékkínálata is. Az üzletláncok - sajátos üzletpolitikájuknak köszönhetően - a piaci árakat jelentősen képesek befolyásolni, ami többnyire a hazai árut és termelőt érinti kedvezőtlenül (Horváth, 2007).

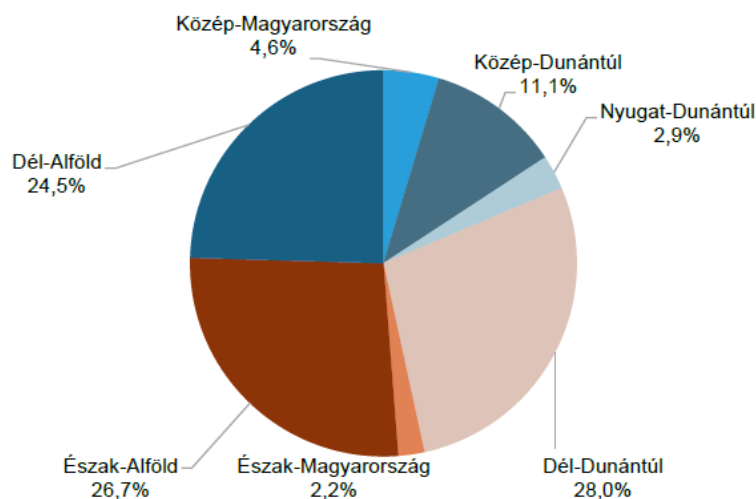
Az EU-n belüli akvakultúrák termelés, 2023-as adatok alapján bőven egy millió tonna feletti produktumot jelentett. Az uniós hozam kétharmadát négy ország állította elő, Spanyolország, Franciaország, Görögország és Olaszország. Az EU-ban a kontrollált termelés felét a halak adják (pisztráng, ponty, lazac, tonhal stb.), míg a másik részt a puhatestűek, rákfélék teszik ki. Ezek közül a legértékesebb (mennyiség és minőség) halfaj a pisztráng (*Salmonidae*) volt. Feltörekvő részágazatként meg kell említeni a hínár-, és algatermelést is, mely a fenntarthatósági aspektusok miatt egyre nagyobb figyelmet kap. Felhasználásuk széleskörű, az élelmiszeripartól kezdve, a gyógyszeriparon át, a takarmánygyártás

alapanyagaként is fontos. Az Európai Unióban egyre nagyobb teret kap a bio-szemléletű halgazdálkodás. Ennek teljes éllovasa és vezető nemzete Írország, őket pedig Hollandia követi. Magyarország sajnálatos módon ebben a szegmensben visszalépést mutat (Vg, 2025).

### 2.3. Hazai termelt fajok és mennyiségek

Magyarországon a 2024-es adatok alapján nagyjából 29 000 hektár tóterület volt, amiből körülbelül 26 000 hektár működött. A területek kétharmadán étkezési halat, a maradékon növénykhalat és ivadékot neveltek. A korábbi évekhez képest 148 hektárnyi halastavat rekonstruáltak és emellett 17 hektárnyi új tó is létesült. Az elérhető adatok alapján a haltermelésünk 16 százalékos növekedést ért el egy év alatt, ez hozzávetőlegesen közel 23 000 tonnát jelent. Ez a 2020-ban mért legmagasabb értéket is meghaladta, ami azt jelenti, hogy ez az elmúlt öt év legjobb eredménye (Kelemen, 2025).

A legfontosabb tenyésztett halfajunk továbbra is a ponty (*Cyprinus carpio*), ez a termelés közel nyolcvan százalékát adja, a második busa - minden változatát tekintve (fehér, pettyes, hibrid) - és a harmadik étkezési méretű amur (*Ctenopharyngodon idella*) előtt. Pontynevelésben meghatározó régióink (1. ábra) a Dél-Alföld, az Észak-Alföld és a Dél-Dunántúl (Kelemen, 2025).



1. ábra: Étkezési ponty termelésének megoszlása régiók szerint 2024-ben  
(Forrás: Kiss, 2025)

Az elmúlt évekhez képest közel 30 százalékos növekedés mutatkozik a ragadozóhalak előállításának terén is - főként süllő (*Sander lucioperca*), csuka (*Esox lucius*) és harcsa (*Silurus glanis*) -, de ez leginkább az intenzív rendszereknek köszönhető. A horgásztatással értékesített

halak mennyisége megduplázódott az előző évi eredményekhez (2023) viszonyítva, így ez 400 tonna feletti mennyiségnek adódott (Kelemen, 2025).

Összegezve, az elmúlt évtizedben a magyar haltermelés minőségileg változott, jelentősen javult a hatékonysága, köszönhetően a precíziós rendszerek növekvő részesedésének. Viszont a halfogyasztási mutatók visszaesése megmutatja, hogy a termelésbővülés sajnos nem jár együtt a hazai kereslet növekedésével. Nagyobb hangsúlyt kell fektetni a halfogyasztás jelentőségére, annak ez emberi egészségre gyakorolt pozitív hatásaira. Erősíteni kell a hazai termékek helyzetét a belföldi piacon és egy olyan, mindenki számára megfelelő árat kell képezni, amely mindkét félnek előnyös, ezzel az ágazat versenyképességét fenntartani, esetleg fokozni.

A tógazdasági termelőknek több komoly és egyre sürgetőbb gonddal kell szembenéznük, ezek közül az egyik jelentős kérdés a halfogyasztó madarak jelenléte. Itt fontos megemlíteni a kis és nagy kárókat (kormorán), valamint a kócsagféléket, de a hód és vidra kártétel is jelentős közvetlen, vagy közvetett károkat okozhat egy haltermelő vállalkozás életében. A gondot elsősorban az ivadékokat, illetve az éven belüli állományt érintő munkásságuk okozza, amivel nagyban képesek befolyásolni, veszélyeztetni a következő évi termelést. Emellett az étkezési méretű halakban tett kárak is jelentős lehet, ami által az egyedek elpusztulhatnak vagy a különböző betegségekre lesznek fogékonyabbak (Horváth, 2000; Kelemen, 2025).

## 2.4. A haltermelés típusai

Világszinten az egyik legdinamikusabban fejlődő agrár-élelmiszeripari ágazat lett a haltermelés, aminek a jelentősége a globális halfogyasztási trendek növekedése, és a természetes halászat egyre bővülő korlátai miatt, minden nappal erősödik. A termelési rendszereket, sokféleségük miatt, különböző osztályokba csoportosítják. Ennek a csoportosításnak az alapjai, a használt technológia, a befektetett munka és az elért hozam. Hagyományosan három fő formát különböztetnek meg, mégpedig az extenzív, fél - intenzív és intenzív haltermelési módszereket, de ezek kombinációja is létezik. Az intenzív termeléshez, a technika fejlődésének köszönhetően társul a precíz megközelítés. Ezek a rendszerek lényegesen eltérnek egymástól, úgymint a felhasznált természeti erőforrások tekintetében, a takarmányozás módjában, a vízszabályozásban, valamint az alkalmazott technológiai lépések területén. Az extenzív termelés szinte kizárólag a természetes folyamatokra alapoz, azokra támaszkodik. A félintenzív rendszerekben megjelennek kiegészítő beavatkozások, amikkel jelentős hozamot

tudnak növelni. Az intenzív, vagy úgynevezett precíziós rendszerekre pedig a teljes körű ellenőrzés, a magas telepítési sűrűség és a nagyon fejlett, korszerű gépészeti technológiák jellemzőek (Oddsson, 2020).

A három termelési irányzat egyenkénti kibontása, tanulmányozása lehetőséget ad arra, hogy betekintést nyerjünk, megértsük, miként lehet a haltermelés hatékonyságát pozitív irányba mozdítani a rendelkezésre álló erőforrások hagyományos és korszerű felhasználásával úgy, hogy a környezeti-és természeti hatásokat folyamatosan figyelembe vesszük.

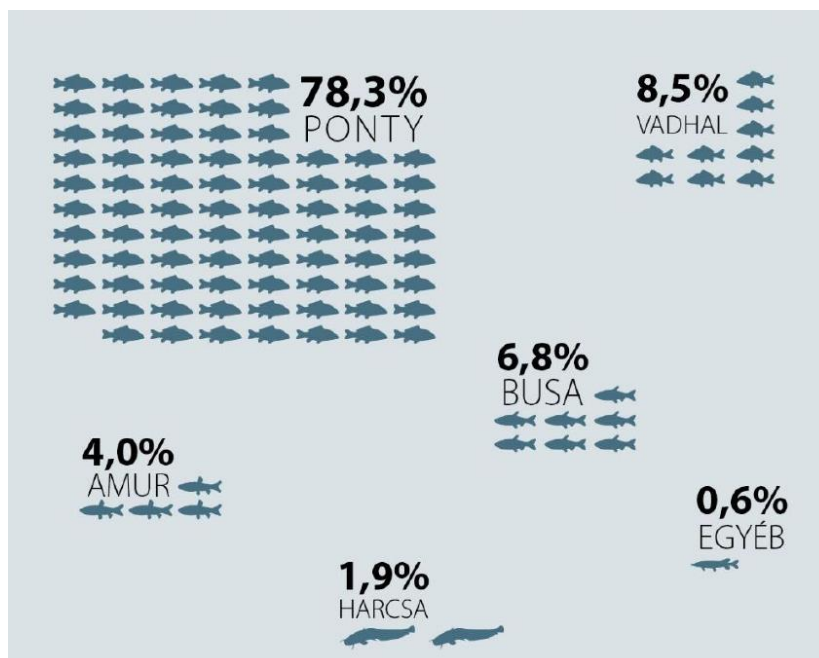
#### 2.4.1. Halastavi hagyományos (extenzív és fél-intenzív) haltenyésztés

A halastavi termelés az állattenyésztés egy különleges szegmense, amely más szektorokkal összevetve számos, alapvetően eltérő jellemzővel bír. Fontos hangsúlyozni, hogy a halastavak lényegesen eltérnek a természetes vízi ökoszisztémáktól az emberi beavatkozások (telepítések, takarmányozás, trágyázás) következtében. Előnyei közé tartozik, hogy lényegében nincs természetkárosító hatása, - szennyvizek elsősorban mezőgazdasági eredetűek - jól felhasználhatóak és hasznosíthatóak a termelési folyamatokban. Ezek mellett, a termelésben szereplő tavak kiváló és nagyon fontos élőhelyeket biztosítanak számtalan honos veszélyeztetett állat-és növényfajnak. Jótékony hatással vannak a mikroklímára és opciót kínálnak a horgászturizmusnak, valamint az egyéb turisták számára is. A tenyésztés környezetét figyelembe véve az édesvízi halak három csoportra oszthatók. (i) Hideg vízben (pisztrángfélék, 10 - 14 °C) nevelt halak, (ii) melegvízi halak, amelyek télen elviselik a hűvösebb vizet, de a 20 °C körüli hőmérséklet szükséges számukra a jelentős növekedéshez (mint például a ponty-és harcsafélék), valamint azok, akik a (iii) trópusi viszonyokat igénylik, és ha a víz hőmérséklet huzamosabb ideig 15 °C alatt marad, elpusztulnak. Magyarország éghajlati adottságai a melegvízi halak tenyésztésének kedvez, legjellemzőbben földmedrű halastavakban történik ez a munka. Hidegvízi halakat leginkább a középhegységeink környékén nevelnek( 2.ábra), a hegyi patakok által táplált kis tavakban és medencékben (Horváth és Hancz, 2000).



2. ábra: Példa egy közephegységi, földmedrű tavakból álló és hidegvízi fajokra adaptált termelő gazdaságra (intenzív)  
(Forrás: Gyükeri, 2020)

A halastavakban termelt halak körülbelül 70%-a ponty, 22%-a növényevő, 2%-a ragadozó és nagyjából 6% az egyéb (vegyes keszeg és egyéb „szemét” hal) részesedése (Horváth és Hancz, 2000). A 2024. évi Lehalászás jelentés szerint ezek az arányok már módosultak, a tenyésztett ponty mennyisége 78% felett volt (3. ábra).



3. ábra: A tógazdaságok 2024. évi étkezési haltermelésének megoszlása  
(Forrás: Kiss, 2025)

Hazánkban a nagyjából 1,5 kg-os piaci méretet három tenyésztési időszak alatt érik el a halak, ez az általános és tradicionális gyakorlat szerint a leggazdaságosabb. Lehetőség van az első szezon további szétbontására is, mely alapján megkülönböztethetjük a keltetőházi

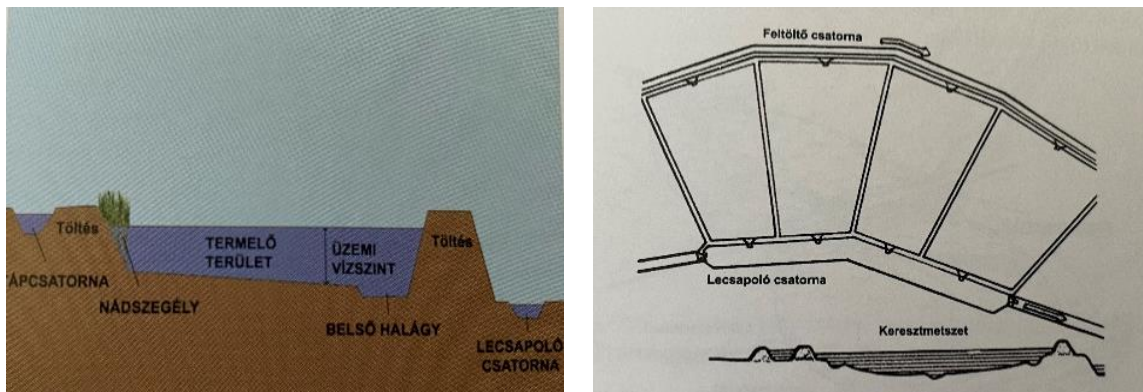
szaporítás (körülbelül egy hét), a második tavi előnevelés (nagyjából egy hónap) és a harmadik tavi utónevelés fázisait. Az első tenyészszezont követően teletetés kezdődik, rendszerint viszonylag mély, állandó vízfolyással ellátott földmedrű kis tavakban, úgynevezett teletetőkben. Ezekben a halak fajonként és amennyiben a tógazdaság méretei engedik, méret szerint is elkülönítve töltik a passzív téli hónapokat. A második időszakban a növendék halak nevelése következik. Ebben a szakaszban több faj él ugyanabban a tóban (általában polikultúra), viszont alacsonyabb egyedszámban. Szezont követően megint a teletetés következik. Az értékesíthető méretet a harmadik szezonban érik el a halak. Az eladni kívánt mennyiségeket ősszel és télen (főszezon), valamint tavasszal a teletetés végeztével bocsájtják értékesítésre (Horváth, 2000; Horváth és Hancz, 2000).

Magyarországon az étkezési célra szánt halak 70-80%-át halgazdaságokban tenyésztik. A halnevelésre épülő üzemek és technológiák egészét nevezzük halgazdaságnak, melyek lehetnek teljes üzeműek, ekkor a munka minden szakasza ugyanazon gazdaságon belül történik vagy részüzeműek, amikor a termelés csak bizonyos részei történnek az adott termelőhelyen. Egy tógazdaság központi eleme maga a halastó rendszer. A halastavak fontos paraméterei közé tartozik, hogy a vizüket adott időszakban a tenyésztés kívánalmainak megfelelően akár teljesen le lehessen engedni. Ugyanakkor fontos, hogy a feltöltése is zökkenőmentes legyen. Sajnos a változó klimatikus viszonyok miatt, ez az adottság egyre nehezebben használható ki térségünkben. A tavak aktuálisan elvárt vízszintjét zsilipekkel kell biztosítani, amikkel a vízlecsapolás és elárasztás szabályozható. A tavak elárasztásához szükséges víz völgyzárógátas kialakításnál gravitációsan, illetve síkvidéki területeken körtöltésen kívüli mesterséges duzzasztással és rávezetéssel érkezik a zsilipekhez. Halnevelésre szinte használhatatlanok a lecsapolhatatlannak nevezett tavak, ahol egész évben annyira magasan van a talaj vízszintje, hogy a lecsapolást hagyományos, gravitációs úton nem lehet megoldani. Emiatt a tenyészidőszakok között lehetetlen az egész, piacra szánt mennyiséget lehalászni, tehát a termeléssel összefüggő és annak eredményességét pozitívan alakító beavatkozások csak csekély mértékben kivitelezhetőek (Horváth és Hancz, 2000).

A tógazdaságokban zajló termelés költséghatékonyágában nagy szerepe van annak, hogy a tavakban nagy mennyiségben képződik biológiai úton fehérje, ami kiváló táplálékforrása a halaknak (tóhozam). Viszont egy sűrűn, nagy mennyiséggel telepített tavon ez nem elegendő, a tó önmagában nem képes ellátni egy túltelepített állományt. A tenyésztőnek gondoskodnia kell a természetes táplálék takarmánnyal történő kiegészítésére (takarmányhozam) annak érdekében, hogy a halak fejlődése továbbra is biztosított legyen, ezáltal a gazdaság a kívánt szinten termeljen (Horváth 2000; Horváth és Hancz, 2000).

Több tótípust tudunk megkülönböztetni a felhasználás módját tekintve, termelő-és telettőtavak, illetve tároló (mély) és ivadék-előállító (igen sekély) tavak. Általánosságban elmondható, hogy minél nagyobb méretű egy nevelőegység, annál könnyebb benne biztosítani a megfelelő haltermeléshez köthető vízkémiai paramétereket (pl. oldott oxigén), viszont egy bizonyos méret felett nehéz az élőmunka igényű kezelése. Kisebb tavat könnyebb kezelni, viszont rendkívül alacsony az úgynevezett pufferkapacitása, így nagyobb szakértelmet igényel (Horváth, 2000).

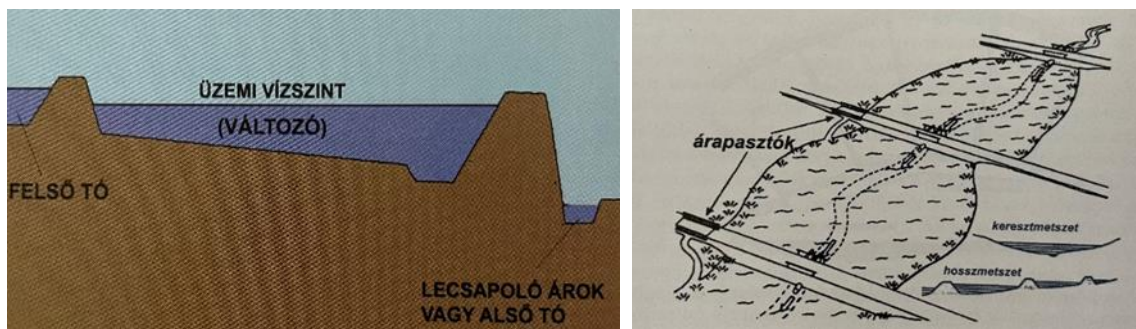
A körtöltéses kialakítás leginkább az Alföld térségében elterjedt és alkalmazott. Működésének lényege az, hogy a meder feltöltésére szolgáló víz szabályozható, annak tekintetében, hogy éppen milyen tevékenység van és annak a technológiája mennyi vizet igényel (4. ábra). Ezt a vízgazdálkodást nem minden esetben duzzasztással oldják meg, hanem szivattyúzott vizet is használnak (Horváth és mtsai, 2022).



4. ábra: A körtöltéses halastótípus és keresztmetszeti képe  
(Forrás: Horváth és mtsai, 2022)

Vízellátás szempontjából komoly hátrányban vannak a völgyzárógátás halastavak (5. ábra), mivel vizüket a létrehozott tó vízgyűjtőterületéről kell befogadniuk. Sajnos annak következtében, hogy Magyarország is egyre aszályosabb, a medreket már egészen kora ősztől próbálják visszatölteni, az érkező vizeket minél hamarabb visszatartani, hogy a tavaszi telepítésekhez szükséges legalacsonyabb vízszint biztosan meglegyen. Ezt gyenge vízhozamú területeken, vagy nagy szárazságban úgy orvosolják, hogy a vizet csak a legalsó tóból engedik el, majd a következő tó vizét fogják fel. A lehalásztást követően komoly jelentősége lenne annak, hogy a medreket, amilyen hosszán csak lehetséges szárazon tartásuk, mert ez által a felhalmozódott szerves anyag nagy része lebomlana, a fertőzéseket okozó paraziták, gombák, baktériumok elpusztulnának és nem utolsósorban a szeméthal mennyisége is jelentősen lecsökkenne. Ezt a halgazdaságok a kopolyák meszezésével próbálják kiváltani. Olyan

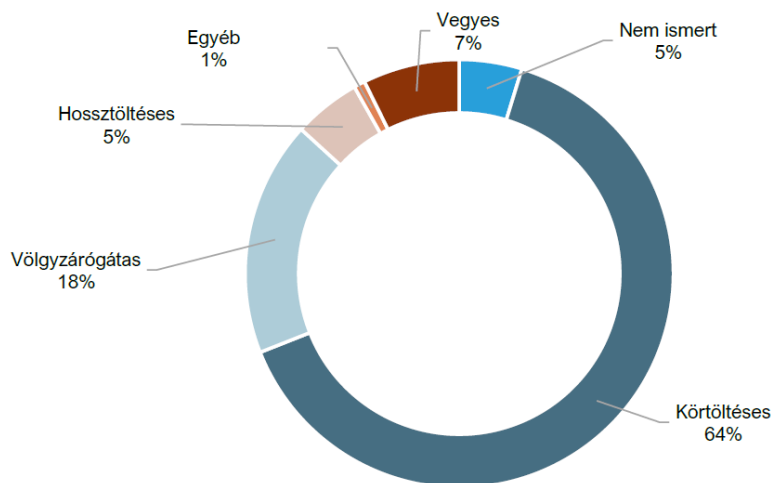
területeken, ahol a vízhozammal nincs gond, a többszöri feltöltés nem ütközik akadályba (Horváth és mtsai, 2022).



5. ábra: A völgyzárógátas halastótípus és keresztmetszeti képe (Forrás: Horváth és mtsai, 2022)

A hosszöltéses halastó hazánkban nem túl gyakori. Elnevezése olyan tavakra utal, amelyek csak a völgy egyik oldalát foglalják el. Hosszirányú töltések veszik körül, ezek részben keresztirányban futnak, részben a tó feltöltését szolgáló patakkal párhuzamosak. Legfontosabb szerepük, hogy áradáskor a vészhelyzetet és a magas költségű ún. árapasztást kikerülhetővé teszik (Elekes és mtsai, 1960).

Összegezve elmondható, hogy a klasszikus termelési technikák és módszerek, a mai napig is sikeres, de kompromisszumokkal és nehézségekkel teli tógazdasági előállítást tesznek lehetővé. A 2024-es Lehalászás jelentés alapján a Magyarországon üzemeltetett halastótípusok közül a körtöltéses tavak aránya a legnagyobb (6. ábra).



6. ábra: Üzemelt tóterület megoszlása halastótípusok szerint 2024-ben (Forrás: Kiss, 2025)

A változó abiotikus és biotikus feltételek folyamatos kihívások elé állítják a szakembereket. Az országba gravitációsan érkező vizek elvezetése a létfontosságú területekhez

és az ehhez nélkülözhetetlen csatornarendszerek kiépítése, karbantartása országos szinten kiemelkedő jelentőségű feladat. A víz minél nagyobb mennyiségben történő (helyben) tárolása nem csak a haltermelő tógazdaságok alapvető érdeke, hanem napjainkban Magyarország teljes agráriuma ettől függ. Az élelmiszertermelésünk jövője, továbbiakban a természeti értékeink fenntartása-megóvása (biodiverzitás) is ezen múlik, ezért prioritást kell élvezzen.

#### 2.4.2. Intenzív (precíziós) haltenyésztés

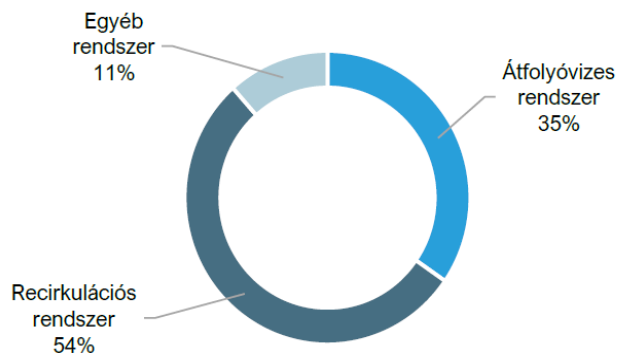
Az iparszerű haltenyésztés kezdete a 19. század végére tehető, amikor legelsőként az Amerikai Egyesült Államokban és Németországban próbáltak szivárványos pisztrángot termelni felügyelt körülmények között. Japán is szeretett volna kapcsolódni ehhez az iparághoz, ők értelemszerűen tengeri fajokat szerettek volna szintén, ellenőrzött keretek között előállítani. Ezen próbálkozásuk akkor még sikertelenek maradtak. A II. világháborút követően ez a haltenyésztési módszer is rohamos fejlődésbe kezdett. Kezdetben eltérő nagyságú és mélységű kádak, medencék és egyéb különféle tároló egységek segítségével dolgoztak. Ezekben különböző fajú és korú halakat neveltek olyan méretig, ami a felvásárló réteg igényeit kielégítette. Ekkor a termelés már teljesen vagy szinte teljesen ellenőrzött üzemben zajlott (Urbányi, 2015).

Az intenzív rendszerek létjogosultságát olyan tényezők befolyásolták főként, mint a piaci szükséglet, ami nagymennyiségű és állandó, jó minőségű halhúst kívánt. A technikai háttér terén is hatalmas fejlesztések történtek, melyek magát a termelésbiztonságot alapozták meg. Elkezdtek keveréktakarmányokat összeállítani, kifejleszteni, és egyre nagyobb figyelmet fordítottak a halbetegségek megelőzésére, azaz felismerték az állatjólét fontosságát is. Japán és Skandinávia egyes államainak sikerült a kezdeti időkben ugrásszerű fejlődést mutatnia. Az első rendszerekre a ketreces tartás volt jellemző, ezek anyaga akkor még természetes (bambusz) és mesterséges (műanyag) anyagokból álltak (Urbányi, 2015).

Az első komoly innovációt az jelentette, amikor a takarmányozási szokásokat, az addig alkalmazott technológiát újra gondolták. A hozzáértők rájöttek, hogy nevelésük során a halak is eltérő összetételű, nagyságú takarmányt igényelnek, eltérő mennyiségben. Az 1970-es években újra elterjedt az úgynevezett átfolyóvízes rendszer, mely ugyan már az 1800-as években ismert volt a pisztrángtenyésztés révén, de sok korszerűsítést és újítást igényelt, hogy egy valóban működő technológia lehessen (Urbányi, 2015).

Az előrelépés következő lépcsőfoka a vízviasszaforogtatásos ún. recirkulációs rendszerek (RAS - Recirculating Aquaculture System) létrejötte volt. Nem volt teljesen új találmány csak

az alapokat kellett tovább gondolni. Az innovatív RAS rendszerek jelenleg a legnagyobb kapacitással dolgozó egységek az intenzív termelésben (Urbányi, 2015). 2024-es adatok alapján Magyarországon az intenzív rendszerek több mint felét a recirkulációs rendszerek teszik ki (7. ábra).



7. ábra: Intenzív rendszerek típusainak megoszlása 2024-ben  
(Forrás: Kiss, 2025)

A fejlődés a tengeri akvakultúrát sem hagyta ki, ezért az ezredfordulót követően a ketreces tartást egyre inkább felváltja a szárazföldi (land based) medencék kialakítása (akár átfolyó, akár RAS, akár hibrid (parciális RAS)), amiket helyben hozzáférhető tengervízzel töltenek fel. Ebben az esetben a környezetvédelmi, valamint állatjóléti követelmények is megvalósulhatnak (Urbányi, 2015).

Az iparszerű termelésről elmondható, hogy a telepítési sűrűség kiugróan magas, a takarmányozási technológia (táp, tárolás - továbbítás és kijuttatás módszertana, etetési rezsim stb.) és az egész rendszer működése teljesen felügyelt. Egy-egy ilyen jellegű farm területalapú- és karbonlábnyoma moderált és a forrásokkal felelősen gazdálkodik (energia, víz, munkaerő). A termelhető mennyiségek szerint elkülöníthetők félintenzív rendszerek (ötvözik a tógazdaságok és az intenzív üzemek munkáját, 1-20 kilogramm hal egy köbméteren), intenzív egységek (20-100 kilogramm hal köbméterenként) és van a szuperintenzív nevelés, ami több, mint 100 kilogramm hal előállítását teszi lehetővé, egy köbméterre vetítve (Urbányi, 2015).

Az iparszerű haltenyésztés előnyeit tekintve, meg kell említeni a lényegesen kevesebb felhasznált vizet, egy kilogramm termelt halra vetítve. Ez csak úgy valósulhat meg, ha folyamatosan monitorozzuk és kontrolláljuk a víz oxigéntartalmát, hőmérsékletét és minden egyéb fizikai-kémiai paraméterét, mely a sikeres haltermeléshez elengedhetetlen. Az extenzív halászatban fellépő, halászathoz köthető költségek is jóval alacsonyabbak intenzív körülmények között. Az előnyei mellett muszáj megemlíteni, hogy egy üzem megvalósítása,

annak fenntartása és minden az üzemeléshez kapcsolódó költségei nagyon magasak. Munkaerő tekintetében pedig, a képzett szakemberekre igényesebb termelési forma (Urbányi, 2015).

Magyarországon is jelen vannak már ennek a speciális módszernek a különféle változatai, de jelenleg 377 haltermelő vállalkozásból 23 foglalkozik csak intenzív termeléssel (Kiss, 2024):

(a teljesség igénye nélkül, Beliczky szóbeli közlése alapján, 2025.09.30.)

- Lillafüred (pisztrángtenyésztés átfolyóvízes, részben RAS szabadtéri rendszerben)
- Szarvas-Tuka (afrikai harcsa átfolyóvízes rendszerben, fejlett utó-vízkezeléssel)
- Győr (afrikai harcsa-, süllő-, toktenyésztés átfolyóvízes, részben RAS rendszerben)
- Nagyatád (afrikai harcsa, átfolyóvízes rendszerben, tavi utó-vízkezeléssel)
- Ócsárd (tógazdaság és RAS rendszer (süllő és egyéb értékes ragadozó fajok)
- Balatonszabadi (afrikai harcsa RAS rendszerben)
- Almásfüzitő (süllő RAS és átfolyóvízes rendszerben)
- Tapolca (tokfélék tenyésztése átfolyóvízes és RAS rendszerben)
- Szentes (afrikai harcsa RAS rendszerben) ...

Az alábbi betekintésből is látszik, hogy Magyarországon, az intenzív termelés döntő része afrikai harcsa (*Clarias gariepinus x Heterobranchus longifilis*) előállításán alapul.

### 2.4.3. Intenzív körülmények között termelt halfajok

A téma lehangsúlyosabb tétele itthon az afrikai harcsa, ez ugyanis Magyarországon az intenzív módszerekkel legnagyobb mennyiségben előállított faj. Az afrikai harcsa (*Clarias gariepinus* és egyéb hibridek) jelen van gyakorlatilag egész Afrikában, Törökországban és számtalan más országba is betelepítésre került, ahol a megfelelő környezetnek köszönhető rohamos elszaporodása miatt manapság már ökológiai gondokat okoz. Felépítését tekintve, henger formájú teste van, barnás hát és piszkosfehér has jellemzik. Pikkelytelen testű, széles fejű, rajta négy pár bajusszal. Apró szemű hal, jellegzetes nagy szájjal. Az európai országok közül Belgium, Németország, Csehország, Lengyelország és Magyarországon kezdtek el ezzel a fajjal dolgozni méghozzá Hollandiából vásárolt ivadékokkal, akkoriban még főként kutatási célokkal. Hazánkba 1977-ben került és szinte azonnal egyértelmű volt, hogy mérsékelt övi precíziós rendszerben kiválóan, gazdaságosan tenyészthető és lassan ugyan, de élelmiszerként is pozitív fogadtatása lett. Ipari körülmények közötti termelése az országban 1990-ben

kezdődött, átfolyóvízes rendszerben és leginkább alföldi geotermikus vizet használva (Kovács és munkatársai, 2015).

Ez a halfaj sok kifejezetten előnyös tulajdonságot tudhat magáénak, mint például, hogy a levegő oxigénjét is tudja hasznosítani, képes a magas ammónia szintet hosszabb ideig elviselni. Jól tűri a magas telepítési sűrűséget és a takarmányt is remekül hasznosítja, így a növekedési erélye kiváló. Tenyésztése egész évben, függetlenül zajlik a külső tényezőktől ennek köszönhetően az intenzív termelés 94%-át adja, ez pedig Magyarországon jelenleg nagyjából 5400 tonnát jelent precíziós rendszerben. Ekkora mennyiséggel hazánk Európa vezető afrikai harcsa termelője. A maradék részen tokfélék, pisztráng, szürkeharcsa és a süllő osztozik (Kiss, 2025).

A harcsa nevelése 25-30 Celsius-fokos víz tökéletes, 20 Celsius fokos vízben már hajlamos bakteriális betegségekre, majd a 16 Celsius-fok alatti vízben az állomány biztosan kipusztul a legyengülő immunrendszere miatt. Tenyésztésük során az életterük hőmérséklete legfeljebb 40 Celsius-fok lehet. A hőmérsékleti maximum érték amiatt is fontos, mert annak közelében megnő a rendellenességek kockázata, főként gerincfejlődési problémák adódhatnak. Az afrikai harcsa édesvízi, mindenevő hal. A természetben gyakorlatilag bármit megeszik, zooplankton, gerinctelen élőlények, rovarok, növényi részek és halak is az étrendjében szerepelnek. Táplálékként azt választja, amit a lehető legkönnyebben tud elfogyasztani. A fiatal egyedek között gyakran előfordul a kannibalizmus jelensége. Húsa vöröses, a hímeknél keményebb szerkezetű, a nőstényeknek inkább piros és soványabb is. Ez azonban a takarmányuk minőségével és mennyiségével változhat (Kovács és munkatársai, 2015).

A következő faj a harcsa (*Silurus glanis*), melynek precíziós körülmények közötti tenyésztése marginális az afrikai harcsához képest. Újabban Magyarországon és világszerte (Európa-Ázsia) is egyre többen foglalkoznak a tartásával és ez azt mutatja, lehet jövője a RAS rendszerben végzett tenyésztésének. Az áruhallá történő nevelése sok hasonlóságot mutat az afrikai harcsával, talán fehérjeigényük magasabb kissé. Húsa szálkátlan, fehér és kiemelkedően finom, emiatt ismert és kedvelt a nyugat-európai piacokon is. Termelt mennyisége a 2000-es évek óta folyamatosan nő, és gyakorlatilag az egész tétel tógazdaságokból kerül ki (tavi intenzív is ide értendő) (Horváth és Csorbai, 2015).

Tokfélék közül a gazdaságilag nagyobb jelentőséggel bíró fajok a viza, vágótok, sőregtok, kecsége, szibériai (lénai) tok és lapátorru tok. Ezeket a halakat kezdetben nem gazdasági hasznuk miatt nevelték, hanem a természetes vízi állományok fenntartását igyekeztek

megvalósítani. Ezt azonban nem sikerült megvalósítani, viszont a haltermékek piaca elkezdett felívelni, ami lehetővé tette a tokfélék akvakultúrában történő tenyésztését. A különböző fajok nevelése nagyon sok hasonlóságot mutat. A jövedelmezőség miatt egyre komolyabb figyelmet kapnak azok a fejlesztések, amik a tartásukat hivatottak javítani, elősegíteni. Nevelésük fontos pontja a megfelelő takarmányozásban rejlik, erre napjainkban már sok tápgyártó speciális takarmányt állított elő, attól függően, hogy egy adott gazdaság hús - vagy kaviár - hasznosítású termelést folytat (Rónyai, 2015).

A világ halászati fogásaiból már csak csekély részt vesznek ki (részben védett és veszélyeztetett fajok, termelési céllal tartásuk engedélyhez kötött), fontosságuk a világpiacon így is jelentős. A belőlük nyerhető kaviár (érés előtti stádiumú ikra) igazi ínycsemege, az ára miatt a luxus élelmiszerek csoportját bővíti. Az időben leválogatott tejesek (hímek) ízletes és szálláthatatlan húsa is napról napra népszerűbb. Mindezek mellett fontos megemlíteni, hogy a kapítális példányok megfogására épülő horgászturizmus is felkapott szórakozás lett, még úgyis, hogy a természetes vizekben fogható példányok száma, főleg a kiugróan nagy halaké, szinte a nullához közelít. Ennek sok oka van, de három mindenképp jár, a túlhalászás, az orvhalászat és az előhelyek elvesztése (vizek szennyezése és természetes migrációjuk ellehetetlenítése). A tokok ivásának útjait gáttakkal, vízerőművekkel szabdalták szét. A folyószabályzások, hajózás, kavicsbányászat is az ivóterületeket károsították, ezzel előidézve, hogy napjainkban csak távol a természetes szaporodó helyektől van lehetőségük leivni, amennyiben ez sikerül. Az 1970-es években a vizek szennyezésének mértéke megugrott, főleg a nitrogén és foszfor mennyisége volt kiemelkedő. Ezek erősen befolyásoltak minden fejlettségi szinten álló egyedek, szaporodásukra, fejlődésükre, életben maradásukra komoly behatással volt. Természetes körülmények között lehetséges fogásuk drasztikus visszaesésének köszönhetően egyre inkább fellendül tenyésztésük, intenzív körülmények között. Ennek úttörője a Szovjetunió volt, 90% körüli uralommal. Jelenleg Kína is egy meghatározó szereplő Olaszország, USA, Franciaország mellett. Más országok is belekezdtek ennek a fajcsoportnak a mesterséges rendszerben történő tenyésztésébe, köztük Magyarország is (Rónyai, 2015).

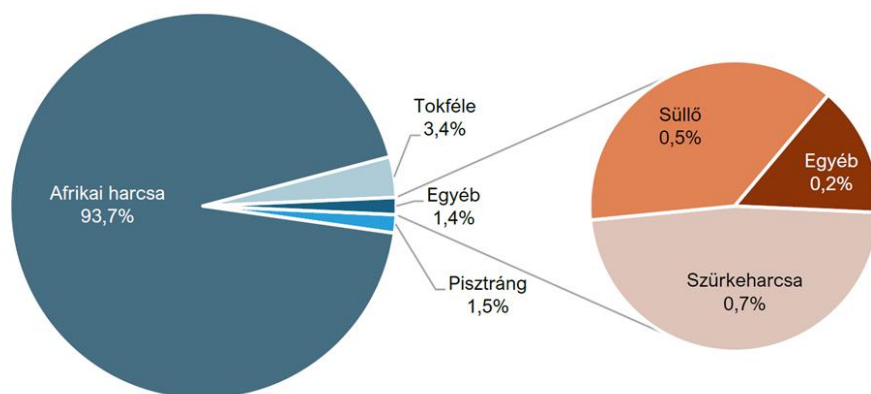
A tokfélék tenyésztésénél fontos megemlíteni a kecségét, aminek jövőbeni szerepe az intenzív rendszerekben kiemelkedő lehet. Gyors növekedésű, rövid ivari ciklusa és gyors ivarérése van, továbbiakban a kaviárja nagyon magas minőséget képvisel (Rónyai, 2015).

A szívárványos pisztráng (*Oncorhynchus mykiss*) jelentős mennyiségben előállított fajok között szerepel a világon, ugyanakkor hazai termelése marginális (más pisztrángfélékkel egybe számítva). Akvakultúrában előállításában éllovas Törökország, akit az USA és Dánia követ.

Fontos kiemelni, hogy a törökországi termelés a 2000-es évek óta a négyszeresére nőtt, míg más államok, mint Olaszország, Németország, Franciaország előállítására erősen visszaesett. Mindez köszönhető az európainál jóval kedvezőbb termelési költségeknek (munkaerő, takarmány, engedékenyebb szabályok). A Magyarországon boltokba kerülő pisztráng viszonylagos alacsony ára nem igazán teszi lehetővé a gazdaságos nagymennyiségű termelését hazánkban (Horváth és Csorbai, 2015).

Az intenzív rendszerekben tenyészthető fajok egyik jövőbeli nagy reményeket adó hala a süllő (*Sander lucioperca*). Nagy számban végeztek már kutatásokat tenyésztésének kritikus pontjainak kiküszöbölésére, ezek közül jónéhány sikerrel is zárult. Ennek ellenére azok a RAS gazdaságok, ahol süllőt tenyésztenek, még mindig nagyon alacsony számban vannak. Európában a süllőtermelés mértéke, összehasonlítva a természetes körülmények között fogott számmal, elenyésző. Országunkban is minimális ez a mennyiség, viszont a gazdaságok probléma nélkül tudják értékesíteni, a kereslet pedig ettől jóval magasabb. A süllő tenyésztésének legfőbb hátránya abban rejlik, hogy nagyon magas önköltségi ára van. Intenzív rendszerben nem igazán gazdaságos vele foglalkozni csak abban az esetben, ha hosszútávú biztos felvevő piaca van egy termelőnek. Ez a piac jellemzően Nyugat-Európa, ahol hajlandóak magasabb árat fizetni érte. Magyarországon is van rá kereslet, főleg azok számára, akik egész éven át keresik az állandó jó minőségű, friss, vagy feldolgozott halat, amiért magasabb összeget is hajlandóak kiadni (Csorbai, 2015).

A bemutatott intenzív rendszerekben tenyésztett halfajok 2024. évi százalékos megoszlását a 8. ábra szemlélteti.



8. ábra: Az intenzív termelés faji megoszlása 2024-ben  
(Forrás: Kiss, 2025)

#### 2.4.4. A recirkulációs (RAS) rendszer jellemzése

A legelején fontos kiemelni, hogy a termelés ezen formája kiemelkedően energiaigényes, az egy kilogramm hal előállításához felhasznált energia, szembe állítva az intenzív átfolyóvízes haltermeléssel, nagyjából 1,5-1,8-szor több. A legfontosabb elemek, mint a vízpótlás, annak forgatása, a fűtés-hűtés és az oxigénellátás a teljes termelési költség nagyjából 15%-át adja, de ez szorosan összefügg azzal, milyen halat, mekkora mennyiségben, milyen körülmények között állítanak elő és mely célpiacra szánják azt. Ennek a technológiának a legnagyobb kihívásai közé tartozik az energiafelhasználás optimalizálása (Péteri és mtsai, 2015).

A precíziós termelésben a vízforgatásra örvényszivattyúkat, ezen belüli pedig szárnylapátos, tengelyirányú és/vagy vertikális mammutszivattyúkat (airlift) is használnak.

A medencékben élő halak az elfogyasztott takarmányuk összetevőinek körülbelül 70-80%-át, gáz, szilárd és oldott formában a vízbe ürítik. Ennek meghatározó része darabos ürülék, ami egy rossz minőségű takarmány esetében elérheti a 300-400 grammot (sz.a.) egy kilogrammnyi táp megevése után. Az ürüléknek magas széntartalma van, ezért azok a baktériumok, amik saját maguk nem képesek a táplálékuk előállítására (heterotrófok), gyorsan felszaporodnak. Ez elkezdi gátolni a biofilter nitrifikációs (az az oxidatív folyamat, ami során a vízben élő baktériumok az ammóniát először nitritté, majd nitráttá alakítják) tevékenységét. Következtében az oxigén szintje csökkenni kezd és az ammónia túlzottan megterheli a szűrőt, vagyis stresszelheti a nevelt állományt (Péteri és mtsai, 2015).

A vízben nem oldódott összes lebegő anyag az áramlás miatt folyamatosan sodródik, leülepedik a csöveken, berendezések falain és a biofilterben is. Ennek a megengedett mennyisége, a nevelt hal fajától függően, 20 és 40 milligramm lehet literenként. A megfelelő működés érdekében a biofilterekre nehezedő nyomást kell csökkenteni, méghozzá úgy, hogy a közegből minél nagyobb mennyiségben kikerüljön a nem oldott, partikulált anyag, mielőtt a víz mozgása tovább aprózná azt. Ezeket az eltérő méretű lebegő anyagokat ülepitéssel, szűréssel, habképzéssel távolítják el. RAS rendszerben magas hatékonysági fokkal lehet alkalmazni a lemezes és csöve ülepitést. Hatékonyságuk kiváló és a helyigényük kisebb, mint a hasonló teljesítményű ülepitőmedencéké. Az ülepités legalább egy méteres vízben működik hatékonyan (Péteri és mtsai, 2015).

Mikroszűrőket a halnevelőmedencéket követően célszerű alkalmazni, de többnyire ezt kiegészítik egy lebegőanyag - csapdával is, amit a medence és a mikroszűrő közé építenek be, ezzel gátolva a rendszer túlterhelését. Mikroszűrők formáját tekintve a legelterjedtebbek a dob

és szalagszűrők. A víz keresztuláramlik a szűrőkön, a lebegőanyag pedig a hálón marad. Ez aztán egy visszamosást követően egy elvezető csőbe kerül (külön hasznosítás vagy elvezetés). Szót érdemelnek a granuláris (szemcsés) szűrők, ami a töltőanyag miatt kapta ezt az elnevezést. Ezek közel 100%-os hatékonysággal dolgoznak a nagyobb átmérőjű lebegőanyagok eltávolításánál, a kisebbeket is közel 50%-os eredménnyel képesek kiszűrni, de ehhez a vizet többször és jelentős nyomással szükséges átvezetni rajta. A leginkább használatos szűrők a homok-, kavics-, műanyaggyöngy-töltetűek (Péteri és mtsai, 2015).

Az egészen apró méretű szemcséket habképzéssel, majd annak eltávolításával valósítják meg. Ennek a menete, hogy a durvább szűrőből kikerülő vizet, egészen kicsi buborékokkal erősen átlegeztetik. A habképző anyagok (surfactant-felület aktív anyagok), amik leginkább a bomló fehérjéket jelentik, a buborékokkal összetapadnak (adszorpció), majd a víz tetején habként jelenik meg. Ez a hab nagyon hatékonyan gyűjthető és eltávolítható a körforgásból. A habképzés a sós vízben jobban működik a felületi feszültségnek köszönhetően (Péteri és mtsai, 2015).

A finomszennyezések eltávolítása érdekében, pórusos szűrőközegeket és mikroszűrőket, esetleg membrán-szűrőket alkalmaznak. Ezek sajnos kiemelkedő teljesítményük ellenére nem használhatóak a nagyüzemi körülmények között, mivel nem gazdaságosak. Az áteresztőképességük kicsi, gyorsan eltömődnek és emiatt sűrűn kell őket karbantartani, cserélni. Használatuk lárvatartásnál, díszhalak és a környezeti igényekre érzékeny anyahalak tartásánál fontos (Péteri és mtsai, 2015).

A recirkulációs rendszerek legkritikusabb pontja a fizikai szűrés. Timmons és Ebeling (2007) véleménye alapján a szilárd anyagok eltávolítása nem csak a vízminőség megóvása miatt kulcsfontosságú, de ezzel az egész biológiai szűrés tartósan és biztonsággal üzemeltethető. A kutatók leírják a dobszűrők, egyéb mikroszűrők kihagyhatatlan alkalmazását a kisméretű anyagok megszűréséhez, a gravitációs ülepitők (pl. hidrociklonok) pedig a kezdeti fázisban végzett ülepitéssel nagyban hozzájárulnak a szűrés hatékonyságához. Az írásban kifejtik, hogy a rendszer hatékonysága összefügg azzal, milyen ütemben és mekkora mennyiségű lebegő anyagot képes eltávolítani a vízből. Meglátásuk szerint, a megfelelő méretű és rendszeresen karbantartott fizikai szűrők elengedhetetlenek a halállomány egészségének megőrzésében, valamint a takarmány felhasználás növeléséhez, ezáltal növelve a gazdaságosságot.

A RAS rendszerekben a fizikai szűrés mellett a biológiai szűrés és szűrők használata is meghatározó, komoly jelentőséggel bíró rész. A halak anyagcsere termékei, ammónia (disszociálódó ammónium-ion) és folyamatosan bomló szerves anyagok, rövid idő alatt képesek felhalmozódni és mérgező szintet elérni, ami a termelés sikerességét veszélyezteti.

Fontos tehát ezek mielőbbi eltávolítása a rendszerből. Az egyik leghangsúlyosabb tétel a fehérje anyagcsere végtermékeként - a kopoltyún keresztül - vízbe távozó ammónia felhalmozódása. Biológiai szűrés során mikroorganizmusok (*Nitrosomona* és *Nitrobacter* fajok) kolonizálják a szűrő felületét és az ammóniát első lépésben nitritté, aztán nitráttá oxidálják, így elkerülve mérgezést.

Többféle bioszűrő létezik, vannak csepegtető elven működő szűrők (trickling filter), mozgó ágyas (MBBR-Moving Bed Bio Reactor) és rögzített ágyas szűrők is (fixed bed) (Badiola és mtsai, 2012; Bartelme és mtsai, 2017).

A csepegtetőtestes szűrők a recirkulációs rendszerek legrégebbi és legegyszerűbb szűrőtípusai közé tartoznak. Működésük pedig úgy zajlik, hogy a szűrésre váró víz egy lyukacsos felületen (kavics, műanyagdarab stb.) keresztüláramlik és eközben a felületen egy biofilm jön létre, ami pedig a nitrifikációt végzi. Ez a folyamat különösen nagy hatékonysággal működik, ott, ahol sok oxigén van, mert a nitrifikáló baktériumok munkáját a nagy felület és folyamatos levegőztetés elősegíti. Előnyeik között meg kell említeni az üzemeltetés és felépítés egyszerűségét, valamint, hogy a víz áramlásával nagymennyiségű oxigén is a rendszerbe jut. Hátrányuk a nagy helyigény és az, hogy sűrűn eltömődhet, különösen abban az esetben, ha az vízben levő szilárd anyagok mennyisége magas. Ezt előszűréssel próbálják általában kiküszöbölni. Használatuk manapság kicsi rendszerekre, kísérleti helyekre szűkül, ahol a helyigény okoz komoly gondot. A rögzített ágyas szűrőknél a szűrésre használt anyagok stabilan helyezkednek el a tartályukban és a biofilm pedig ezen képződik. A víz, áramlása során találkozik ezzel a közeggel és ekkor történik a nitrifikáció. Nem kívánnak folyamatos levegőztetést és mozgó hordozóanyagot sem. A nitrifikáló baktériumoknak folyamatos és ellenőrizhető környezet kialakítását teszi lehetővé ez a típusú szűrő. Ennél a szűrési formánál is fennáll, hogy a szűrők könnyen eltömődnek amennyiben a vízben lévő szilárd anyagok mennyisége túl magas. Az előszűrők alkalmazása itt is kikerülhetetlen. Felhasználásuk szintén inkább a kisebb állománnyal dolgozó vagy kísérleti helyeken jellemzőbb, ahol az egyszerűbb kezelhetőség előnyt élvez a teljesítménnyel szemben. A mozgó ágyas szűrővel ellátott rendszerek úgy működnek, hogy a vízben műanyag hordozók úsznak, amik a víz áramlásának és a levegőztetésnek köszönhetően mindig mozognak. A nitrifikáló baktériumok ezek felületén tapadnak meg és nagy felületen hoznak létre funkcionálisan egységes biofilmet (El-Sheshtawy és mtsai, 2017).

Összegezve elmondható, hogy a precíziós rendszerek egyik roppant kényes pontja a biológiai szűrés kérdése. A nitrogénvegyületek folyamatos és hatékony átalakításához nélkülözhetetlen a folyamatosan áramoltatott víz és az állandó oxigénellátottság biztosítása. A

biológiai szűrőknek megkérdőjelezhetetlen szerepük van a RAS rendszerek ökológiai egyensúlyának megtartásában. Nem pusztán szűrőkről beszélünk, hanem olyan eszközökről, amiknek a működése szorosan összekapcsolódik a recirkulációs rendszerekben termelt halak egészségével.

A fizikai és biológiai szűrés mellett mindenképp meg kell említeni a parazitaszám-csökkentő eljárások közül az UV-C és ózon (O<sub>3</sub>) technológia használatát RAS rendszerben. Mindkét technológia esetében fontos megjegyezni, hogy nem cél a teljes sterilitás elérése és fenntartása, hanem egy folyamatos és biztonságos lehetséges patogénszám csökkentést kell elérni. A biológiai biztonság elsődleges, főleg egy zárt recirkulációs rendszer esetében, ugyanakkor nem zárható ki teljesen egyes általánosan elterjedt patogénszervezet (baktérium, gomba, protozoa stb.) bejutása a rendszerbe. A rendkívüli halsűrűség miatt egy ilyen kórokozó robbanásszerűen el tud terjedni egy RAS rendszerben, így a magas vízforgatási kapacitás (óránként akár többszörös) és az alkalmazott biológiai biztonságot garantáló technológiák alkalmazásával a rizikófaktorok szignifikánsan csökkenthetők. (Péteri és Janurik, 2015)

Az UV-C hullámhossz tartomány (~ 260nm) DNS roncsoló hatású, így a magas reprodukciós rátával rendelkező alacsonyrendű szervezetek gradációját hatékonyan meg tudja akadályozni. Ezeket a lámpákat zárt rendszerű (csőben) és nyitott csatornás (szabadon a vízben, takarással) módon is lehet alkalmazni. A lámpák folyamatos használatra vannak kifejlesztve és általában egy év után jelentősen csökken a hatékonyságuk, így cserélni kell. A víz átlátszósága nagymértékben befolyásolja a fény terjedési mélységét, így magas lebegőanyag mennyiség mellett az UV-C lámpa hatékonysága is csökken (Péteri és Janurik, 2015).

Az ózon technológia használata az utóbbi időben igen elterjedt lett például a Covid-19 pandémiának köszönhetően. Ennek ellenére az akvakultúrában már régóta jelen van magas hatékonysága miatt. Elektromos erőter hatására oxigén molekulából ózon (O<sub>3</sub>) keletkezik és ezt megfelelő módszerekkel hatékonyan be lehet oldani a vízbe. A vízkezelés során az ózon erélyes oxidálószerként viselkedik és minden útjába kerülő szerves anyagot roncsolni fog (koncentráció függő). Nagyon fontos a pontos adagolás, mivel a halas nevelőtérbe már nem kerülhet még nyomnyi (ppb) mennyiségben sem. A halegészségügyi faktorok mellett a víz átlátszóságát is javítja, valamint a nitrifikációs folyamatokat is megtámogatja. Ezen túl a RAS hátrányaként emlegetett mellékíz (geozmin és MIB) eliminálásában is hatékony technológiai lépés tud lenni (Péteri és Janurik, 2015).

#### 2.4.4. A két fő termelési irányzat (halastavi extenzív/fél-intenzív vs. RAS) összehasonlítása

Mindent összevetve a precíziós haltermelés a jelenkori akvakultúra leginnovatívabb és leginkább jövőálló ágazata. A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően egyre eredményesebben képes kiszolgálni a szűnni nem akaró piaci igényeket. Legfontosabb előnyei közé, tartozik, hogy bár csekély területet igényel, a termelésben kiugró eredményeket lehet vele elérni hektár alapon összehasonlítva a hagyományos módszerekkel. Mivel gyakorlatilag a termelés minden mozzanata előre tervezhető és folyamatosan felügyelet alatt tartható, így a piaci igények rendszeresen és szezonalitástól mentesen kielégíthetőek. A termelés ebben a rendszerben kisebb kockázattal jár, és kiszámíthatóbb gyártást eredményez mindezt úgy, hogy a takarmányozás szintje optimális marad és a betegségek kockázatát is minimalizálni lehet. Ezek a mutatók mindenképpen azt jelentik, hogy ez a módszer a fenntartható és gazdaságilag hatékony halgazdálkodás jövője. Ugyanakkor a klasszikus halastavi haltermelés egyik alapja, hogy a természetes táplálék bizonyos telepítési szintig gyakorlatilag korlátlanul rendelkezésre áll. Ez környezetbarátabbá és főként kisebb költségűvé teszi ezt a technológiát, viszont a hosszútávú eredményesség erősen kétséges. A globális klímamódosulás erőteljesen befolyásolja az eredményességet. Túl azon, hogy minden tó különbözik a természetes haleltartóképesség alapján, az időjárási szélsőségek is hatással vannak rájuk. Ilyen kérdésekkel a zárt intenzív rendszerekben nem kell foglalkozni, hiszen majd minden folyamat szabályozható és így a termelés is kiszámítható marad. Egyedül a magas beruházási és fenntartási költségek szólnak ellene. Pontosan emiatt sokan egyesítik a kettő módszert, amikor egy extenzív, vagy fél-intenzív termelő halastó befogadja az intenzív rendszer technológiai szennyvizének és újrahasznosítja azt (extenzív-intenzív kombinációja).

#### 2.5. Morfometria

A morfometria görög eredetű szó, jelentése alakmérés vagy forma mérés. Ez azonban egy tágabb értelmű dolgot takar, ugyanis a vizsgálat nem mondja ki egyértelműen, milyen alakot, minek az alakját mérik a kutatások során (Kertész és Karátson, 2002). Az a célja, hogy egy folyamatot számokkal, mérhető mennyiségekkel írjon le. Használatával számszerűen leírhatóak élőlények testformái, és meg tudja mutatni a fajok, populációk, vagy akár egyedek közötti eltéréseket. Széleskörben elterjedt és alkalmazott, használják az ökológia, a klinikai kutatások, a paleontológia és a földmérés területén, valamint haltani kutatásokban is gyakori

módszer. Az ichtyológiában kiemelkedően fontos szerepe van, mert ezzel a módszerrel fajokat (alfajokat, ökológiai változatokat stb.) lehet azonosítani és populációk elkülönítését segítheti. A vizsgált egyed fejlődése során megjelenő változásokat és az élőlények rendszerezése során fellépő kérdéseket lehet a segítségével megoldani (Bánó és Takács, 2022).

Módszereihez tartozik a távolságalapú morfometria, a képalapú elemzés, a geometriai morfometria és a Truss-rendszer is. A távolságalapú morfometria a test eltérő pontjai közötti egyenes távolságot méri. Ez a klasszikus mérési forma. A képalapú elemzés fotókon, digitális képekkel rögzít és mér testarányt. Ez az eljárás gyors és emiatt nagy mennyiségű adat feldolgozása lehetséges vele. A mérési hibák kockázata egészen alacsony. Geometriai morfometria, nemcsak a test különböző pontjainak távolságát méri, de arra is kitér, hogy a pontoknak egymáshoz képest mi a helyzetük. Ezáltal a kapott kép sokkal részletesebb lesz. Előnye a gyorsasága, pontossága. A kapott adatok feldolgozásakor sokszor többváltozós módszereket használnak. Ilyenkor célszerű lehet optimalizálni a változók számát és fontosságuk alapján csökkenteni azokat. Az alakváltozások megjelenítése, elkülönített csoportok elemzése vagy bizonyos egyedek egy csoportba helyezése is szükséges lehet az elemzések során. Fontos módszertani kikötések közé tartozik a lényegesen eltérő testméretek eltávolítása (kiugró adatok), fontos már a kutatás elején kiválasztani azokat a jegyeket, jellemzőket, amik alapján az egyes csoportok a leghatékonyabban elkülöníthetők egymástól. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy bár minél több a vizsgált testjellemező, és ez által az eredmények is pontosabbak lesznek, de ezeknek a felvétele, majd elemzése időenergia igényes, ami nem minden esetben térül meg. Ezért már a munka kezdetén fontos meghatározni, hogy milyen célt, célokat kívánunk elérni és annak tükrében látni fogjuk mennyi változó vizsgálata szükséges (Bánó és Takács, 2022; Bánó, 2025).

## 2.6. A sügér

A csapósügér (*Perca fluviatilis*) közismertebb nevén sügér (9. ábra) a sügérfélék (*Percidae*) családjának tagja. J.S.Nelson és mtsai (2016) által összeállított jellemzés alapján az állkapocsosak főosztályához, a sugarasúszójúak alosztályához és a sügéralakúak rendjéhez tartozik (Staszny és mtsai, 2022).

A sügér egyike hazánk őshonos ragadozó halfajainak, jellegzetes testfelépítésű és színezetű. Teste oldalról kissé lapított, háta és hasa ívelt, faroknyele feltűnően elvékonyodik. Feje és szeme viszonylag nagy, csúcsba nyíló szájának hasítóka a szem alá ér, benne apró ránőtt fogak találhatóak. Úszói narancsvörös színűek. Két hátúszója jól elkülönül egymástól. Az első

12-16 kemény, míg a másodikat egy-három kemény és 12-16 lágy úszósugár alkotja (Staszny és mtsai, 2022). A farok alatti úszó rövid és magas, széle lekerekített. Farokúszója bemetszett (Pintér és Pócsi, 2002). Farokalatti úszóját két kemény és hét-kilenc lágy, mellúszóját 13 lágy, hasúszóját egy kemény és öt lágy úszósugár merevíti (Staszny és mtsai, 2022). A hasúszók első sugara jellegzetes tüskét alkot és közvetlenül a mellúszók alatt helyezkednek el. Két tüskeszerű, kemény és hét-tíz osztott sugár látható. Az oldalvonal ívelt, a hát vonalát követi. Az oldalvonal pikkelyeinek száma 57 és 77 között változik. Az oldalvonal fölött hét-tíz, alatta nyolc-tizenkettő pikkelysor található. Pikkelyek vannak a kopolyúfedélen is (Pintér és Pócsi, 2002). Testét apró és a bőrben mélyen ülő fésűs (ctenoid) pikkelyek borítják. A faj egyik sajátossága, hogy az első hátúszó hátsó részén egy fekete folt található, amely rendkívüli ritka esetben hiányozhat. A fekete folt egyértelműen határozóbélyeg a faj esetében. Testalakját nagyban befolyásolják a különböző abiotikus és biotikus tényezők (Staszny és mtsai, 2022).



9. ábra: Az őshonos csapósügér (*Perca fluviatilis*)  
(<https://www.ifiske.ax/en/fish-perch.htm>)

A sügér alapszíne általában zöldessárga, háta sötétebb, színe a hasa felé világosodik. Ahogy a testalak esetén, a színezetnél is erőteljes plaszticitás (az idegrendszer olyan képessége, ami lehetővé teszi a különböző helyzetekhez való alkalmazkodást) figyelhető meg. Előfordult már világossárga, kék, zöld, vörös, szürke, és fekete színű sügér is. A test alapszínén kívül a sügér sajátos külső jegye az oldalon végig húzódó több sötét, függőleges sáv. A szerzők többsége szerint a csíkok száma öt és kilenc között (Staszny és mtsai, 2022) van. Magashegységekben kialakult populációk fakó, a síkvidéki vízben élők élénk színezetűek (Pintér és Pócsi, 2002).

Növekedése nemcsak vízterületenként, hanem egy-egy vízterületen belül is eltérő lehet. Az ikrások általában gyorsabban növekednek, mint a tejesek. A faj egyedei akár a 20 éves életkort is elérhetik (Pintér, 2015). Hazánkban a sügérállomány átlagos testhossza egyéves korában 6 cm, kétévesen 8 cm, míg háromévesen is csupán a 10 cm (Staszny, 2023). A sügér

növekedését eddig a hazánkban csak a Duna szigetközi mellékágrendszerében vizsgálták (Pintér, 2015). A Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ) honlapja szerint ugyanitt fogták ki a magyar horgászrekord példányt. Káldi Ádám 2018. január 25-én zsákmányolt a Győrfi-csatornából egy 1,90 kg-os csapó sügért. A külföldi irodalomból ismert legnagyobb mérete 51 cm-es testhossz és négy kg (Pintér K., 2015), míg az International Game Fishing Association (IGFA), azaz a Nemzetközi Horgász Szövetség nyilvántartása szerint 2010 szeptemberében Finnországban akadt horogra az eddigi legnagyobb, 2,90 kg-os példány.

Eredeti előfordulási területe Európa és Szibéria a Kolima folyóig. Telepítések révén szinte egész Európában meghonosodott (Pintér, 2015). A fajt napjainkra a világ számos országában betelepítették, elsősorban sporthorgászat céljából. Euráziában Fehéroroszország kivételével mindenütt fellelhető, az amerikai kontinensről hiányzik. Az IUCN listáján a nem fenyegetett fajtába tartozik (Staszny, 2023). A változó vízhozamú kisebb folyók alsó szakaszának meghatározó hala, melyet róla neveztek el sügérzónának (Harka és Sallai, 2004). A sügér megtalálható hazai vizeink többségében. Előfordul a Duna és Tisza teljes hazai szakaszán, a domb- és síkvidéki folyókban valamint a kisvízfolyásokban is. Tömegesnek, domináns, állományalkotó fajnak csak kevés élőhelyen mondható. A Balatonban az angolna 1961-től kezdődő betelepítésének következtében a sügérállomány jelentősen csökkent. Az 1990-es évektől kezdődő angolnagyerítésnek, illetve a Balaton vízminőségjavítását célzó intézkedéseknek köszönhetően a 2000-es évektől a sügérállomány jelentős erősödést mutat (Ferincz és mtsai, 2022).

Ivarérettségét három - négyéves korban éri el, a tejesek valamivel korábban már kétéves korban. Legkedveltebb ívóhelyei a 8-12 Celsius-fok hőmérsékletű csendes, védett partszakaszok (Pintér, 2015). Ikraszemei egy - két mm átmérőjűek, és egy kocsonyás anyagú szalagban, úgynevezett ikrafüzérben helyezkednek el (Staszny, 2023). A kora reggeli órákban kezdődő ívás során ezt a szalagot ragasztja vízínövényekre, víz alatti tárgyakra vagy kemény aljzatra (fito-litofil stratégia) (Pintér, 2015). A csoportos ívás általában 10-12 Celsius fokos vízhőmérsékleten indul meg, de ezt befolyásolja a nappalok hossza is. Egy nőstény 5000-20000 ikraszemet rak le, ez a szám a nőstény életkorának előrehaladtával növekszik (Staszny, 2023). A lerakott ikrák megtermékenyítése után a víz hőmérsékletétől függően a kelés kettő - három hét múlva következik be. A kelési időszak alatt a vízszint csökkenés miatt sok ikra pusztulhat el. Az ikrát elhagyó lárvák öt milliméter hosszúságúak (Pintér, 2015).

A sügér ragadozó hal, emésztőrendszere egyszerű, gyomra és rövid bélcsatornája van. Mindkét állkapcsában apró, a táplálék megragadását segítő fogak ülnek (Mézes, 2022). Zsákmányát elsősorban vizuális ingerek alapján érzékeli, kifejezetten nappali ragadozó, amire

a nagyméretű szeméből is következtethetünk (Staszny, 2023). Lesből támad áldozatára, így a sűrű növényzettel rendelkező, búvóhelyet biztosító vizeket kedveli. Az ivadék sokáig planktonikus élőlényeket fogyaszt. A növekedő 11 mm feletti lárvák legfontosabb táplálékát a kerekeshéjú (Rotatoria) fajok jelentik, majd fokozatosan átállnak a vízibolha (Cladocera) és ágascápú rák (Copepoda) fajokra. Amikor a lárvák teljes hossza eléri, az 50 mm-t áttérnek a rovarlárvákra, elsősorban szúnyog-, szitakötő-és kérészlárvákra, puhatestűekre, de fogyasztanak már ikrát és akár ivadékokat is (Mézses, 2022). A kifejlett sügér tápláléka igen vegyes összetételű. Alapvetően minden hozzáférhető állati szervezetet elfogyaszt. A parti övezetben, táplálékában a növények élőbevonatát alkotó szervezetek, nyílt vízben a kisebb halak dominálnak (Pintér, 2015). Ikra-és halivadék fogyasztásával nagy kárt tud okozni. Természetes populációikban jellemző rájuk a kannibalizmus, vagyis a nagyobb egyedek fogyasztják a kisebbeket (Ferincz és mtsai, 2022).

Ökológiai és környezeti igényei szerint a sügér kifejezetten tágtűrű faj. A lassú folyóvizeket és az állóvizeket kedveli, a gyors folyású hegyvidéki vízfolyások kivételével bárhol fellelhető (Ferincz és mtsai, 2022), hegyvidéki tavak és patakok lassú folyású szakaszain egészen 1000 méteres tengerszint feletti magasságig. Könnyen alkalmazkodik a víz magasabb sótartalmához, így félsós vizű tengeröblökben is megél. Iszapos és kavicsos aljzaton is megtalálható, amennyiben az ottani növényzet megfelelő búvóhelyet biztosít számára. A fiatalok kisebb csapatot alkotva élnek, az idősebb példányok inkább magányosak (Pintér, 2015). Legoptimálisabb élőhelyei a hűvös mérsékelt öv tavai. Németországi kutatások kimutatták, hogy a sügerek mozgásaktivitására a hőmérséklet és a fényintenzitás van a legnagyobb hatással. Mozgásukat befolyásolja a víz tisztasága is. Zavaros vízben a napi átlagosan megtett út egy km volt, míg nagyobb átlátszóságú vízben 6 km. A sügér élettere a part menti vizek területe. Ez a térség alapvetően fontos főként a tavaszi, szaporodási időszakban. Az őszi-téli időszakban a búvóhelyeket kevésbé igényli, inkább a mélyebb régiókban tartózkodik (Ferincz és mtsai, 2022).

A világ sügértermelésében az ingadozás ellenére folyamatos termelésbővülés figyelhető meg. Akvakultúra rendszerben történő tenyésztése csupán néhány országra (Svájc, Oroszország, Franciaország, Kazahsztán, Csehország, Bulgária, Dánia, Ausztria, Olaszország) korlátozódik. 2020-ban a világon termelt mennyiség 95,5%-át Európában, Európán belül több mint felét (51,44%) Svájcban, további 40%-át pedig Oroszországban termelték. A FAO FishStat adatai szerint 2020-ban Svájcban 468 tonnát állítottak elő, mely az európai termelés 70,76%-a volt, 10 ezer USD/tonnás értékkel. A sügér természetesvízi halászata 2016 és 2020 közötti időszakban 30 297,8 tonnás fogást jelentett évente, míg az akvakultúrás termelés átlaga

ebben az időszakban mindössze 704,3 tonna volt. 2010 óta Oroszországnak vezető szerepe van a halászott mennyiségek tekintetében is (Urbányi és mtsai, 2022).

A sügér legnagyobb felvevőpiaca Svájc, ahol 2019-ben az év halának választották, és 1994-ben itt hozták létre az első sügérfarmot is. Az Európai Unióban az első sügérfarm 2002-ban jött létre kísérleti jelleggel. Jelenleg 10 RAS működik kontinensünkön (Urbányi és mtsai, 2022). Külföldön kedvelt a horgászata, ezért Nyugat-Európában egyre inkább telepítik a horgásztavak állományának növelésére (Pintér, 2015). A csapósügér hazai halfajaink gazdasági szempontú csoportosítása szerint a gyomhalak kategóriájába sorolható (Polgár, 1997). Hazánkban horgászati szempontból az elmúlt években nőtt a jelentősége, elsősorban a pergetőhorgászok kedvelt célpontja. Szaporodási időszakban horgászata tilos, emellett méretkorlátozással védett faj lett (Staszny, 2023).

### 3. Anyag és módszerek

A szakdolgozatom kutatási részét egy laboratóriumi környezetben, teljes értékű tápon nevelt csapósügér (*Perca fluviatilis*) állomány köré építettem. Vizsgálataimat a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campusán végeztem, a hallaboratóriumban (Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Alkalmazott Halbiológiai Tanszék, Keszthely). A sügérállomány fél-intenzív szaporítási módszerrel, úgynevezett fészekre ívatással lett előállítva egy partnernél (Felföldi Zoltán egyéni vállalkozó, 2025.04.10.-04.20.). A leadott ikraszalagok (8 elkülönülő szalag) vízben, 20 literes vödörben (2 szalag/vödör) lettek elszállítva a hallaboratóriumba. Fertőtlenítő oldat alkalmazása után (Pond Line Parakill, Neptun, 1ml/10 liter) a szalagok a kutatólaboratórium egyik recirkulációs rendszerébe (3500 liter összesített térfogat) kerültek további inkubációs céllal. A szalagokat egyesével, vagy kisebb szalagok esetében kettesével egy-egy nevelő akváriumba helyeztem (150 liter) és minden esetben valamilyen tereptárgyra (rács) terítettem őket. A recirkulációs rendszer vízminőségét folyamatos vízcserékkel biztosítottam és a hőmérsékletet - amennyire csak lehetett - a külső hőmérséklethez igazítottam (zárt tér, nyitott ablakokkal, természetesnél kissé magasabb 15-18°C). A szempontos állapotot körülbelül 5-7 napon belül érték el, de a kelés elhúzódó volt (ezt követően egy héten belül lekelt minden ikraszalag, termékenyítési és kelési százalékok becsülve: 70% alatti érték nem volt egyiknél sem tapasztalható).

A szikzacskó felszívódását követően a legfinomabb szemcseméretű startertáp (Perla Larva, Skretting) korai, majd *Artemia salina* (micro) nauplius (Ocean Nutrition, >300.000 NPG) későbbi együttes alkalmazásával - a kutatóegység munkatársainak a segítségével - neveltem a lárvákat. Az etetések intenzitása a kezdetkor magas volt (5-7 alkalom/nap), majd idővel ez le lett csökkentve egy reggeli, egy kora délutáni, majd egy esti alkalomra. Körülbelül 3-4 hét után az *Artemia* nauplius etetése már csak eseti jelleggel maradt fenn és az előnevelt sügerek esetében egyre nagyobb szemcseméretű startertápot alkalmaztunk. Minden nap vagy másnap az egyes nevelő akváriumok alján felgyülemelő, el nem fogyasztott tápot (élőbevonatot), elhullott egyedeket leszívócsővel eltávolítottam és a túlfolyó szűrőket is letakarítottam. A recirkulációs rendszer vízminőségét heti rendszerességgel ellenőriztem (ammónia, nitrit, nitrátion, pH: Lovibond Multi Direct fotométer és Hanna Instruments pH mérő), viszont az oldott oxigén koncentrációt és a hőmérsékletet hetente többször is detektáltam (OxyGuard Handy Polaris 2).

A kísérlethez használt recirkulációs rendszer az alábbi részegységekből állt: (i) 12 db, egyenként bruttó 150 literes nevelő akvárium, (ii) 6 db 200 literes gravitációs ülepítő, mely

fizikai szűrést végzett, (iii) 1 db 400 literes központi gyűjtő tartály, mely szivacsűrőből és perlonvattával töltött raschel zsákokból állt (szintén döntően fizikai szűrés, némi biológiai szűréssel), (iv) 1 db 400 literes tartály körülbelül 150 liter 700 nm/m<sup>3</sup> fajlagos felületű biomédiával, áramlást generáló szivattyúval és erős levegőztetéssel a megfelelő biológiai szűrésért, (v) a központi frekvenciaváltós centrifugál szivattyú (AquaForte DM-E Vario 15000) egy 400 literes, körülbelül 2 m magasságban elhelyezett ejtőtartályba emelte a keringetett vizet, mely innen egyenletesen került szétosztásra a 12 nevelő egységhez. A rendszer nyomóágához tartozott még egy (vi) 40W teljesítményű zárt csatornás UV-C lámpa a biológia biztonság érdekében. A nevelő egységek vízbefolyása egyedi csappal volt szabályozható, akár csak az egységekhez tartozó légköri levegő porlasztás. A rendszer teljes térfogata nagyjából 3500 liter volt üzemi vízszinten és a napi vízcsere mennyisége nem haladta meg átlagosan a 8-10%-ot. A halak megvilágítása gyakorlatilag 12d:12n bontásban, a természetesen beszűrődő fényviszonyokhoz igazodott.

A nevelés során különös figyelmet fordítottam a kannibalizmus időbeni észlelésére. Ez ragadozóhal-nevelésnél kulcsfontosságú és a termelési sikerességet nagyban befolyásolhatja. A korai előnevelés és későbbi utónevelés során legalább négy-öt alkalommal gyűjtöttem egyértelműen kannibalizmus mintázatát mutató egyedeket, melyeket külön nevelő akváriumba helyeztem és ott neveltem tovább (egyazon recirkulációs rendszer, de másik nevelő egység). Azt az egyedeket neveztük ki kannibálnak, melynek kinézete egyértelműen utalt egy, vagy több fajtárs elfogyasztására (szájából még éppen kilógó fajtárs, hatalmas hasüregi deformitás, mely egyértelműen hal elfogyasztásának jele). Az, hogy egy egyed nagyobb, mint az átlag, még nem determinálta arra, hogy kannibálként azonosítsuk. Itt szeretném megjegyezni, hogy éppen az előzőek miatt nem mondható ki, hogy 100%-osan kiemeltem az összes kannibált a megfelelő időpontban, de mindenképpen törekedtem rá én is és a hallaboratórium tapasztaltabb munkatársai is.

Összességében a tápon történő előnevelés hatékonysága nem volt kiugróan magas, ugyanakkor a sügérféléknél, főleg nem domesztikált, tehát vad genetikai hátterű állománynál, azt gondoljuk, hogy ez nem meglepő. Maga a formulált tápra történő átszokás, vagyis az ún. tápraszkoltatás viszonylag nehéz technológiai lépés a sügérféléknél (ezzel szemben például a harcsaféléknél egészen egyszerű). Az utónevelés több hónapig tartott egy bizonyos úszó és süllyedő tápkeveréken, majd megkezdődött a kísérleti munka második (fő) fázisa.

A vizsgálatokhoz négy csoportot állítottunk fel, ezekből három kontrollként (C-control) volt jelen. Az ebben lévő egyedeket méret alapján különítettük el, így jött létre CS (control small), CM (control medium) és CL (control large) közösség. A három csoport halait egy adott

ponton random módon válogattuk össze és külön akváriumban lettek elhelyezve a tényleges vizsgálatok elvégzéséig. A kontrollcsoportokban méretenként tizenhat-tizenhat egyedet vizsgáltunk. A negyedik csoport kannibál (CAN-cannibal) halakból állt. Összesen huszonöt egyed alkotta ezt a csoportot. A mérések / mintázások elvégzése során minden hal egyedi azonosítót kapott (pl.: CAN 1, CS 1, CM 1, CL 1 és így tovább) ezzel is biztosítva az azonosíthatóságukat és a későbbi megismételhetőséget a vizsgálati pontokhoz illeszkedve. A mérések előtt minden egyed pontszerű hatásként olvadó jéggel teli vízfürdőbe került, majd a halál beálltával kerültek feldolgozásra.

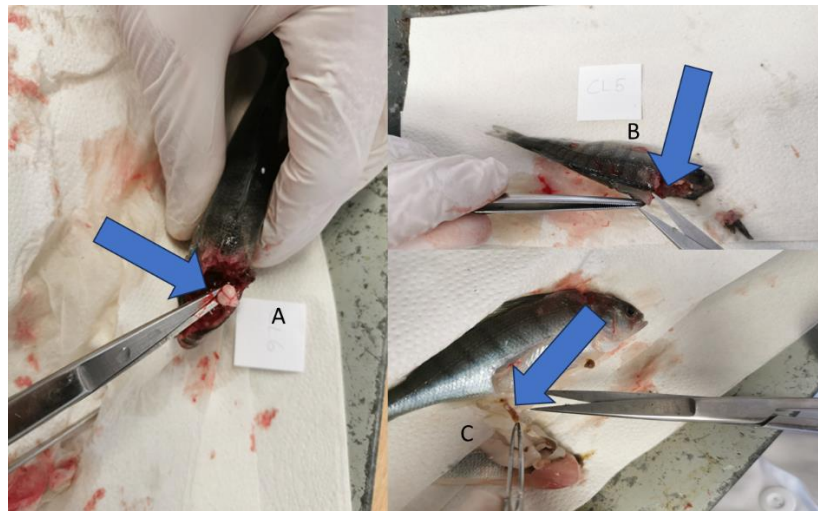
Minden egyed esetében feljegyzésre került a tömeg (fényképpel, egyedi azonosítóval), a morfometriai fénykép (kifeszített úszók, fekete háttér, bal oldalon fekvő hal, méretskálával) (10. ábra) és későbbi vizsgálatokhoz egyéb szövetminták is konzerválásra kerültek: agy (dna/rna shield - transzkriptomikára), izom (proteomika,  $-80^{\circ}\text{C}$ ), ivarszerv (azonnali aceto - carmine festék alapú ivarmeghatározásra), közép- és utóbél faecessel ( $-80^{\circ}\text{C}$ , mikrobiom analízisre) és úszóminta (dns alapú analízisre, 96%-os Et-OH). Ezek közül az aceto-carmines festést a boncolás közben azonnal elvégeztük és Guerrero & Shelton (1974) módszere alapján meghatároztuk kivétel nélkül az ivart is, mely ilyen korú halaknál gyakran nehéz gyakorlati feladat.



10. ábra: A mintavételekhez szükséges előkészületek és a morfometriai célú pozícionálás a munkaasztalon (Fotó: Beliczky G.)

Tömegmérés és morfometriai célú fényképkészítés után tehát a halakat felboncoltuk és szövetmintákat gyűjtöttünk. Minden egyed teljes agyát eltávolítottuk, vettünk kettő darab úszómintát (farokúszó felső része), egy izommintát (oldalvonal felettrész) és a bél hátsó kb. 50%-át. Az agyat 150-200  $\mu\text{l}$  shield védőoldatba tettük, az úszómintákat 96%-os etil-alkoholba, az izom-és bélminták pedig üres Eppendorf-csővekbe kerültek. Az összes minta folyékony

nitrogénbe lett helyezve (sokkfagyasztás), azután -80 Celsius-os hűtőben lettek tárolva (11. ábra).



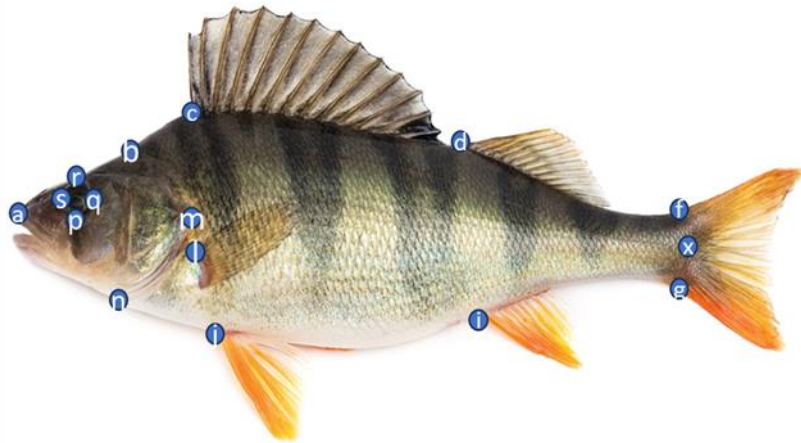
11. ábra: Az agy (A), az izom (B) és a bél-mikrobiom (C) célú mintavételek a boncolás során (Fotó: Beliczky G.)

A boncoláskori ivari meghatározás során (12. ábra) a vizsgálandó részeket (páratlan petefészek, vagy páros herék) négy darabra osztottuk és macerátumot készítettünk, hogy a mikroszkópos felvétel a lehető legpontosabb képet adja. Aceto-carmin festékekkel tíz másodpercig lettek a darabok megfestve és 18 x 18 mm-es fedőlemezzel takartuk le őket. A mikroszkópos felvételeket Olympus BX43 mikroszkóppal, Olympus DP74 kamerával és Olympus CellSens Entry programmal készítettük, 0,5x ISO-val, 100X-os össznagyítással (10x10), az expozíció ideje pedig három milliszekundum volt.



12. ábra: A páros here (A) és a páratlan petefészek (B) azonosítása a boncolás során (Fotó: Beliczky G.)

A morfometriai paraméterezéshez összesen 16 mérőpontot (13. ábra) határoztunk meg több szakirodalmi munka alapján (Takács, 2012; Bánó és Takács, 2022; Bánó, 2025).



13. ábra: A csapósügér kombinált morfometriai mérőpontjai (16)  
 Eredeti kép forrása: <https://www.ifiske.ax/en/fish-perch.htm>

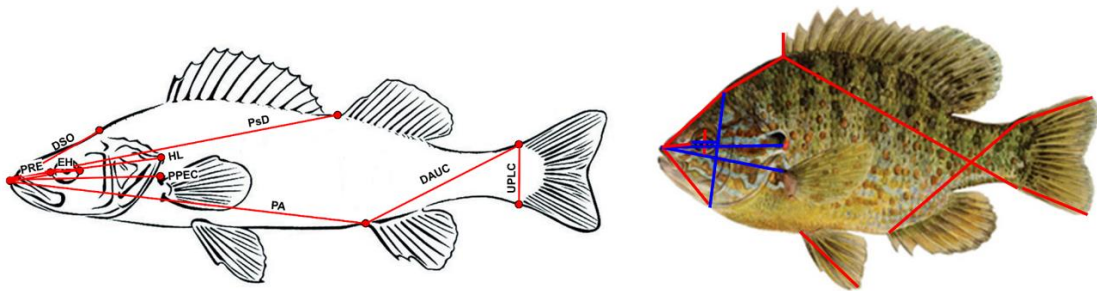
A korábbi süllő morfometrián alapuló munkák és a naphal morfometriai vizsgálatát összesítő munkák alapján 18 mérendő változót határoztunk meg (1. táblázat) a szakdolgozatot is magába foglaló vizsgálatban.

1. táblázat: a 18 morfometriai változó, mely a süllő és a naphal szakirodalmi mutatóit kombinálja. (A kisbetűs rövidítések a 13. ábra két mérőpont közötti szakaszaira utalnak.)

1	<b>ab</b>	orrsúcs-nyakszirt
2	<b>bc</b>	nyakszirt-első hátúszó kezdő pontja
3	<b>bn</b>	nyakszirt-kopoltyúfedő ventrális része = fejmagasság
4	<b>an</b>	orrsúcs-kopoltyúfedő ventrális része
5	<b>as</b>	orrsúcs-szem anterior pontja
6	<b>sq</b>	vízszintes szemátmérő
7	<b>rp</b>	függőleges szemátmérő
8	<b>ad</b>	orrsúcs-második hátúszó kezdő
9	<b>am</b>	orrsúcs-kopoltyúfedő posterior pontja
10	<b>al</b>	orrsúcs-mellúszó felső eredési pontja
11	<b>ai</b>	orrsúcs – anális úszó kezdő pontja
12	<b>cj</b>	első hátúszó kezdő pontja - hasúszó kezdő pontja
13	<b>jd</b>	hasúszó kezdő pontja - második hátúszó kezdő
14	<b>di</b>	második hátúszó kezdő - anális úszó kezdő pontja
15	<b>fg</b>	farokúszó alsó - felső eredő pontja
16	<b>cg</b>	első hátúszó kezdő pontja-farokúszó alsó eredési pontja
17	<b>if</b>	anális úszó kezdő pontja-farokúszó felső eredési pontja
18	<b>ax</b>	standard testhossz

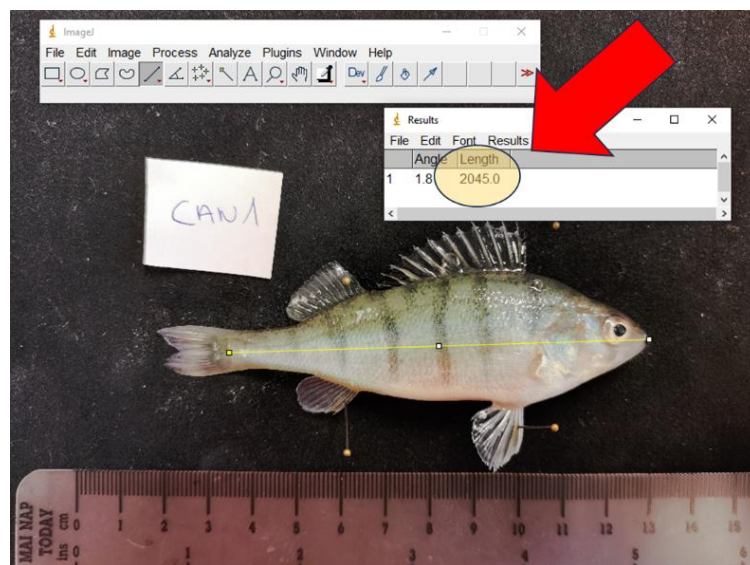
Mivel a csapósügér sügérféle, így családon belüli minta számára a süllő, így az adott volt. Ugyanakkor a naphal (*Lepomis gibbosus*, dízsügérféle) testalakja véleményünk szerint talán

még jobban is hasonlít a sügéréhez (magas hát, zömökebb testalkat szemben hosszú, laposabb fejű süllővel), ahogyan a 14. ábrán is jól láthatjuk.



14. ábra: A süllő és a naphal - mint a sügéralakúak rendjébe tartozó két faj - legfontosabb morfometriai változói (Bánó (2025) munkássága nyomán)

A morfometriai adatfelvételekhez az egyedi azonosítókkal ellátott fotódokumentációt használtam. A milliméterskála mellett archivált képeken az ImageJ (Java alapú képfeldolgozó program, eredeti fejlesztő: NIH & LOCI, Wisconsin Egyetem) program segítségével utólag könnyen méretezni tudtam a paramétereket. A mérési háttéradatokról pontosan lekérhető a paraméterekhez tartozó valós pixelszám (15. ábra), mely igény esetén centiméter dimenziójú mérethez arányosítható. Az adatok összehasonlításához ugyanakkor teljesen mindegy, hogy a vizsgált képen lévő pixelszámokat, vagy az átváltott valós távolság adatokat vizsgáljuk.



15. ábra: Képelemzés az ImageJ programmal (Forrás: saját kép)

Az adatok felvételéhez és dokumentálásához a fényképeket magam készítettem Huawei P30 mobiltelefon makro fényképező funkciójával, stabil állványt használva (10. ábra, jobb oldali részlet). Az adatok tárolásához, adatbázisépítéshez és egyszerűbb számításokhoz Microsoft Excel programcsomagot használtam. A képelemzésekhez a nyílt hozzáférésű ImageJ

programot, míg az adataink kiértékeléséhez GraphPad Prism 8.0.1. (USA, CA) programot és a Past 2.17-es programot (Øyvind Hammer, University of Oslo) használtuk, mely egy népszerű és könnyen kezelhető statisztikai program paleontológiai és morfológiai kutatásokban.

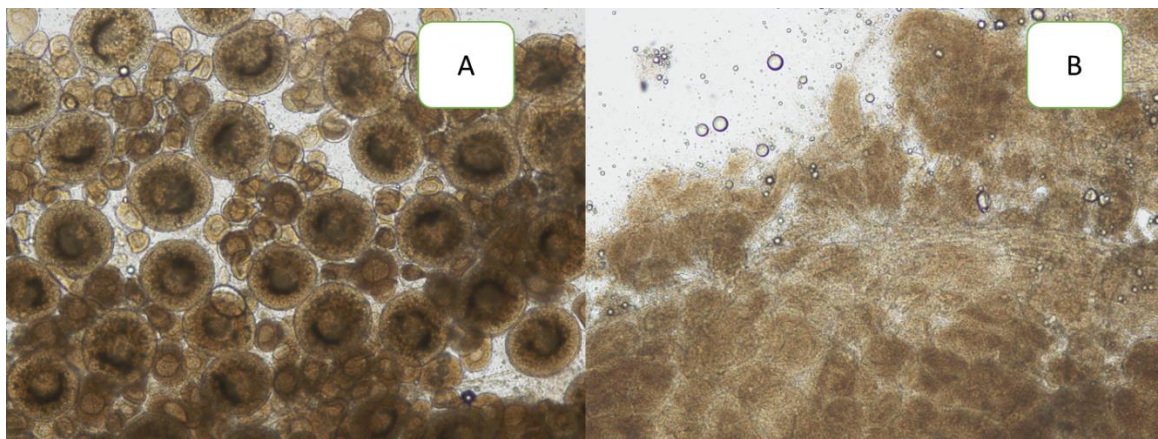
Az elemzések során a felvett morfológiai adatokon először elvégeztünk egy Elliott és mtsai (1995) által leírt standardizációs eljárást, melynek sikerességét visszaellenőriztük egy Spearman rank korrelációs teszttel. Az Elliott-standardizálás egy olyan statisztikai eljárás, amely a morfológiai paramétereket korrigálja a testméret hatására. Célja, hogy eltávolítsa a méretfüggő torzítást, így a különbségek valóban biológiai vagy viselkedési eredetűek lesznek, nem pusztán a méretből fakadnak. Az egyes változók/paraméterek csoportok közötti és csoporton belüli varianciáját F-statisztikával vizsgáltuk (Pope és Webster, 1972). Ezek alapján rangsorolhatók a változók a csoportelkülönülés szempontjából és kizárhatók a számunkra kevésbé értékes paraméterek (továbbiakban már nem kell vizsgálni). Ezen adatok birtokában lehet minden további, mélyebb statisztikai eljárást a későbbiekben elvégezni.

## 4. Eredmények és értékelésük

A vizsgált sügérállomány 2 fő fókuszcsoportjának és a kontroll alcsoportjainak átlag, szórás és relatív szórás értékei a következők voltak:

Kannibál (CAN):	26,06 átlag	±	10,87 szórás (g),	rel. szórás: 0,42
Kontroll (C <sub>összes</sub> ):	18,96 átlag	±	11,94 szórás (g),	rel. szórás: 0,63
- Kontroll kicsi (CS):	8,90 átlag	±	2,41 szórás (g),	rel. szórás: 0,27
- Kontroll közép (CM):	16,16 átlag	±	2,62 szórás (g),	rel. szórás: 0,16
- Kontroll nagy (CL):	31,82 átlag	±	11,88 szórás (g),	rel. szórás: 0,37

Az elvégzett ivarmeghatározás során kivétel nélkül sikerült meghatározni minden vizsgált egyed ivarát (16. ábra). Az aceto-carmin alapú macerátum festést követő biológiai minták igen jól voltak vizsgálhatóak mikroszkóp alatt. A fejlődő oocyták különböző stádiumban voltak megfigyelhetőek, továbbá a here homogén, kevésbé strukturált szerkezete is igen markánsan elkülönült.



16. ábra: Az ivarmeghatározás során azonosított (A) ikrás és (B) tejes egyed (100X nagyítás)  
(Forrás: saját kép)

A vizsgálat során kapott ivararányok a következők voltak:

- Kannibál (CAN): 25 / 17 ikrás = 68 %
- Kontroll (C – összesített): 48 / 30 ikrás = 62,5 %
  - o Kontroll kicsi (CS): 16 / 4 ikrás = 25 %
  - o Kontroll közepes (CM): 16 / 10 ikrás = 62,5 %
  - o Kontroll nagy (CL): 16 / 16 ikrás = 100 %

A létrehozott morфомetriai adatbázison sikeresen elvégeztük az Elliott-féle standardizálást. Az ImageJ programmal egyedenként vizsgált 18 paraméter lement és lekért

nyers pixeladatait szükséges volt a standard testhosszhoz (ax paraméter) korrigálni, hogy kiküszöböljük a méretfüggő torzításokat. Az eljárást leellenőriztük Spearman rank korrelációval abból a célból, hogy két rangsorolt változó közötti kapcsolat erősségét és annak irányát meghatározzuk (standard testhosszhoz viszonyítva). Ezt az összehasonlítást a kannibál és kontroll csoportoknál is elvégeztük, sőt, a kontroll csoportot további méret szerinti alcsoportokra bontottuk a nagyobb felbontás érdekében. Ha a Spearman rho érték kellően alacsony (körülbelül 0,6 - 0,7 alatti), akkor a p érték nagy valószínűséggel 0,05 feletti, így nincs mérethez kapcsolt szignifikáns korreláció, tehát elfogadható a paraméter.

A kannibál (CAN) csoport esetében minden paraméter elfogadható, mert a rho érték minden esetben bőven 0,7 alatti.

A kicsi kontroll csoport (CS) esetében erős negatív korreláció figyelhető meg a 3-as paraméter (bn) esetében ( $\rho = -0.71$ ,  $p = 0.0038$ ) és gyengébb, de statisztikailag szignifikáns kapcsolat mutatkozik a 6-os (sq) és a 7-es (rp) változónál is. Ezek alapján néhány paraméter fordított irányban változik a testhosszal összevetve, így 3 / 6 / 7 elvetendő.

A közepes kontroll (CM) csoportnál nagyon erős kapcsolat nem volt, csupán az 5-ös (as,  $\rho = 0.62$ ,  $p = 0.021$ ) és 14-es (di,  $\rho = 0.59$ ,  $p = 0.028$ ) változó mutatott szignifikáns korrelációt, így ezeket is elvetettük.

A nagy kontroll (CL) csoportban erősen és pozitívan korrelált a 8-as (ad,  $\rho = 0.82$ ,  $p = 0.0012$ ) és 11-es (ai,  $\rho = 0.74$ ,  $p = 0.0045$ ) változó, valamint szignifikánsan korrelált még a 9 (am) és 10-es (al) paraméter is.

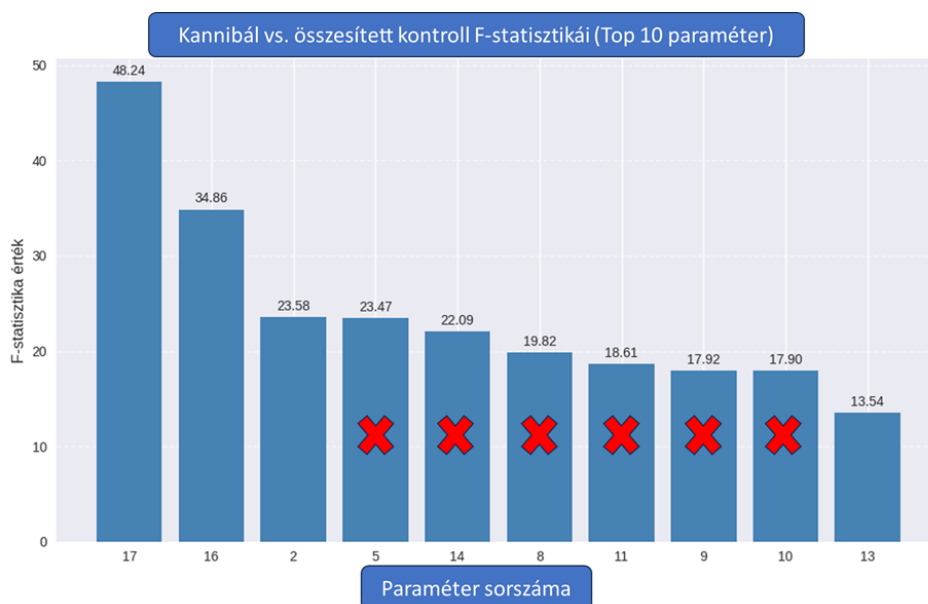
Ezek alapján a 18 vizsgált paraméterből nem szabad figyelembe venni a 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 és 14-es sorszámú paramétereket.

A standardizálás és annak ellenőrzése után elvégeztük az F-statisztikát, mely tanulságos eredményeket mutatott (2. táblázat). A Spearman rank korrelációs vizsgálat eredményétől függetlenül, mind a 18 paraméter le lett futtatva a statisztikai próba által. Az eredményeket a 17. ábra szemlélteti, mely szerint a top 10 morfometriai különbséget mutató változóból 6 paramétert az előbbieken vázolt eredmények miatt ki kellett zárni.

2. táblázat: A top 10 morfometriai változó F-statisztika értékkel, melyből 6-ot a méretfüggés miatt el kell vetni az összehasonlításokhoz.  $F > 5$  már erős elkülönülést jelez. (Forrás: saját munka)

Paraméter sorszáma	Paraméter kódja	F-statisztika értéke	Spearman teszt igazolja?
17	if	48.24	igen ✓
16	cg	34.86	igen ✓
2	bc	23.58	igen ✓
5	as	23.47	nem X
14	di	22.09	nem X
8	ad	19.82	nem X
11	ai	18.61	nem X
9	am	17.92	nem X
10	al	17.90	nem X
13	jd	13.54	igen ✓

Tehát hiába mutatna markáns különbséget a kannibál és a kontroll csoportok között több változó is, ez csak látszólagos, mivel nem mentek át az ellenőrző teszten. Ezek tehát méretfüggő változók, melyek nem képezhetik a morfometriai összehasonlítás alapját. Összességében a legerősebb 4, azaz az elkülönítés alapját képező változó a 17-es, a 16-os, a 2-es és a 13-as lehet.



17. ábra: Az F-statisztika eredménye alapján a legjobb 10 morfometriai változó, melyből vizsgálataink szerint ki kell hagyni az X-szel jelölt paramétereket.

(Forrás: saját munka)

Igény esetén a morfometriai nyersadatok lekérhetőek az Alkalmazott Halbiológiai Tanszék munkatársaitól ([beliczky.gabor.peter@uni-mate.hu](mailto:beliczky.gabor.peter@uni-mate.hu); [bognar.andras@uni-mate.hu](mailto:bognar.andras@uni-mate.hu))

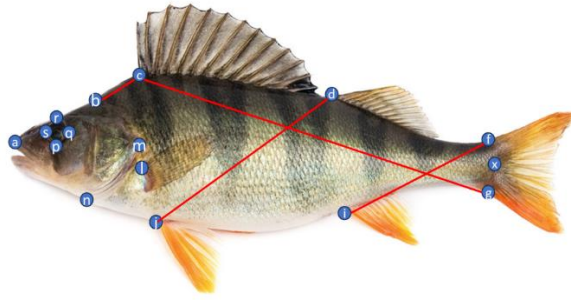
## 5. Következtetések és javaslatok

Szaktervezési munkám során sikerült meghatározni egy laboratóriumi méretű intenzív recirkulációs rendszerben nevelt, körülbelül 6 hónapos csapósüger állomány ivarhoz kötött mérettartományait (4. fejezet). Érdekes megfigyelés, hogy a kannibál csoporthoz képest az összesített kontroll csoport magasabb átlagtömeg-értékkel rendelkezett és ehhez igen jelentős szórásérték tartozott. Halaknál a relatív szórásérték (=szórás/átlag) a szétnövés mértéke, mely ragadozó fajoknál kifejezetten fontos mutató. Másfelől viszont az egyes alcsoportok a kontrollban igen összetartó állományoknak mutatkoztak. Ez adódhatott abból a tényből, hogy az alcsoportok egyedileg lettek összeválogatva egy nagy sokaságból, így ezt erős szubjektív hatás terhelhette.

Sikerült meghatározni azt a méretosztályt, melyben igen nagy valószínűséggel - döntően - ikrás egyedeket találhatunk és ugyanezt sikerült tejesek esetében is bizonyítani a legkisebb méretosztályban. Ez fontos tényező, mivel egy intenzíven tápon nevelt, vad háttérű fiatal sügerállomány legkisebb egyedei hímdominánsak (75% hím), legnagyobb egyedei viszont főleg női ivarúak (100% női ivar). Abban az esetben, ha kannibál egyeddel van dolgunk és a genetikai és/vagy technológiai háttér miatt ezek száma magas, akkor ez már nem ennyire egyértelmű. A kannibál csoportban kellően vegyes ivararányt bizonyítottunk, így elmondható, hogy egy tejes egyed, ha kannibál lesz, a többi tejeshez képest kiugró növekedést és/vagy kompenzációt tud realizálni. Az ivarszervek állapota alapján nem beszélhetünk ivarérett halakról, de megkérdőjelezhetetlen ivarhatározást tudtunk végezni ennél az igen fiatal korosztálynál.

Rátérve a kannibalizmus jelenségére, meglepő, hogy míg a kontroll kicsi méretosztályban (CS) a tejesek dominálnak és a nagy kontrollban (CL) nincs is hím, addig a viszonylag nagy méretű kannibáloknál egyértelműen megjelennek.

Sikerült a morfometriai vizsgálat során 4 erős paramétert a csoportkülönbségek (kannibál vs. kontroll) bizonyítására kimutatni. Ezek az **if**: anális úszó kezdő pontja-farokúszó felső eredési pontja, **cg**: első hátúszó kezdő pontja-farokúszó alsó eredési pontja, **bc**: nyakszirt-első hátúszó kezdő pontja és a **jd**: hasúszó kezdő pontja – második hátúszó kezdő (18. ábra).



18. ábra: A 4 legfontosabb morfológiai paraméter (if, cg, bc, jd)  
Eredeti kép forrása: <https://www.ifiske.ax/en/fish-perch.htm>

Bánó (2025) munkássága során a fejhez kapcsolódó paraméterek túlsúlyáról ír, illetve a faroknyél megnyúlásának jellegét, mint fontos jelzőt emeli ki. Eredményeink alapján egyetlen egy paraméter van, ami összecseng Bánó (2025) munkájával, még hozzá az if, azaz az anális úszó kezdő pontja és a farokúszó felső eredési pontja. Ez szintén a faroknyél hosszával/jellegével áll kapcsolatban. Egy paraméterünk a fejhez kapcsolódik (bc: nyakszirt-első hátúszó kezdő pontja), de nem fed át az említett korábbi munkával.

A téma nagyon sok lehetőséget tartogat, így a későbbiekben javaslom a paraméterszámot kibővíteni, hogy a 4 validált változó 5 és 10 közé eső intervallumba essen (Bánó és Takács, 2022). Továbbiakban az ivar rengeteg lehetőséget tartogat még. Érdeemes majd ivarhoz kapcsoltnak is kérdéseket feltenni a csoportok közötti különbségek kimutatására.

Eredményeinket és a későbbi kibővített lehetőségeket is érdemes megtámogatni a szövetminta-bank feldolgozásával, mely során proteomikai, transzkriptomikai és dns/mikrobiom analitikai eredményeket is kaphatunk.

Vizsgálataink során különösen magas F-értékeket kaptunk, mely több okból eredhetett. Ha valódi és erős a biológiai különbség a csoportok között, akkor a kannibalizmus bizonyítottan jelentősen befolyásolja a morfológiát (optimista scenario). Más esetben, ha a csoportokon belül nagyon hasonlóak az egyedek (csoporton belüli homogenitás: szubjektív válogatás hatása), akkor nagyon meg tud nőni az F-érték (pesszimista scenario).

A legnagyobb – csoportok közötti – elkülönülést a 17-es paraméter (if) mutatta, mely kiváló jelölt lehet további komplexebb elemzésekhez pl. CVA – kanonikus varianciaanalízis, vagy MANOVA - Multivariate Analysis of Variance, mely több független változó hatását vizsgálja egyszerre több függő változón lévő különbségekre, két vagy több csoport között.

Összegezve az eredményeinket mindenképp kijelenthető, hogy a kannibalizmus az egyik legérdekesebb és legjelentősebb kutatási célú tényező, mely bármely ragadozóhal intenzív termelés technológiájában nagy figyelmet kíván.

## 6. Összefoglalás

Szaktervezési munkásságom során egy – a jövőt nézve – igen perspektivikus ragadozó halfaj, a csapósügér (*Perca fluviatilis*) vizsgálatával foglalkoztam, lényegében egy komplex kutatásba csatlakoztam be. Magas minőségű húsa miatt egyre keresettebb a nyugat-európai piacokon, így az intenzív célú akvakultúrás termelése felfutóban van. Ehhez mindenképp szükséges a kutatás-fejlesztési szektor támogató hozzáállása és az innovatív genetikai (szelektációs) és/vagy egyéb termeléstehnológiai paraméterek vizsgálata.

Lehetőségem adódott egy teljesen vad háttérű sügérállomány fél-intenzív szaporításába és tápos intenzív előnevelésébe becsatlakozni. Az alapállomány nevelése közben szisztematikusan gyűjtöttem a kannibál egyedeket, majd a konkrét vizsgálataim megkezdése előtt 4 csoportot alakítottam ki: kannibál (CAN, 25 egyed), kontroll kicsi (CS, 16 egyed), kontroll közepes (CM, 16 egyed) és kontroll nagy (CL, 16 egyed). Az egyedeket – a keszthelyi Georgikon Campuson működő halkutatási egységben (MATE, AKI, Alkalmazott Halbiológiai Tanszék), a tanszék munkatársai segítségével egyenként lemértem, morфомetriai céllal lefotóztam és boncolásos technikával agy, izom, bél (mikrobiom), farokúszó és ivarszerv szövetmintákat gyűjtöttem.

Az elkészült fotókon az ImageJ program segítségével 16 mérőpont által meghatározott, összesen 18 távolságalapú szakasz (ún. paraméter vagy változó) került meghatározásra. A programból lekért pixelalapú adatokból adatbázist készítettem, melyben az adatokat standardizáltam és annak sikerességét is ellenőriztem. F-statisztika használatával sikerült meghatározni 4 erős morфомetriai paramétert (egy a fejhez, három a törzs hossz tengelyéhez kapcsolódik), mely a kannibál és a kontroll csoportok közötti különbségek kimutatására megfelelő. Minden esetben sikerült a mindössze 6 hónapos állomány egyedeinek az ivarmeghatározása, mely érdekes jelenségre hívta fel a figyelmet. A kontroll csoport legnagyobb egyedei kivétel nélkül ikrások voltak, míg a méretben hozzájuk igen közel álló kannibálok között bőven voltak hímek is (32%). Véleményünk szerint ez egy olyan biológiai különbség, mely mindenképpen további vizsgálatokat igényel. Ezek mellett a morфомetria alapú vizsgálat is felhívta a figyelmet, a kannibalizmus ténye mellé csatlakozó külalaki mérhető eltérésekre.

## 7. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki a keszthelyi Georgikon Campuson működő Alkalmazott Halbiológiai Tanszék (MATE AKI) összes munkatársának, hogy támogattak és folyamatosan segítettek a munkámat. Köszönöm dr. Molnár Tamás Gergely tanszékvezetőnek, hogy lehetővé tette a feltételeket és köszönöm két témavezetőmnek, dr. Beliczky Gábor Péternek és Bognár Andrásnak, hogy végig mellettem álltak. Sokat tanultam tőlük és az egységet bátran merem ajánlani bárkinek, aki halas érdeklődésű.

Köszönöm családomnak, hogy végig támogattak tanulmányaim során.

A kutatást a Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem Kiemelt Kutatócsoportok Programja (KKP) finanszírozta.

## 8. Irodalomjegyzék

Badiola, M., Mendiola, D., Bostock, J. (2012): Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. In: *Aquacultural Engineering*. 51, pp. 26-35. DOI: [10.1016/j.aquaeng.2012.07.004](https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.07.004)

Bartelme, R.P., McLellan, S. L., Newton R.J. (2017): Freshwater Recirculating Aquaculture System Operations Drive Biofilter Bacterial Community Shifts around a Stable Nitrifying Consortium of Ammonia-Oxidizing Archaea and Comammox Nitrospira. In: *Frontiers of Microbiology*, 8 (101), 18 p. DOI: [10.3389/fmicb.2017.00101](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00101)

Bánó, B. (2025): Populációgenetikai, morfológiai és morfometriai vizsgálatok a magyarországi fogassüllő (*Sander lucioperca*) állomány bizonyos populációin. Doktori értekezés. Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kaposvár, p. 66.

Bánó B., Takács P. (2022): Effects of the analysed variable set composition on the results of distance-based morphometric surveys. *Hydrobiologia*. 849. pp. 2267-2280. DOI: [10.1007/s10750-022-04864-2](https://doi.org/10.1007/s10750-022-04864-2)

Csorbai B. (2015): Süllő. In: Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.): *Intenzív haltenyésztés*. Gödöllő: Szent István Egyetem, pp. 198-203.

Elekes K., Gaál E., Hallósy F., Woynarovich E. (1960): *Halastavak tervezési útmutatója*. Budapest: Országos Vízügyi Főigazgatóság. [Elektronikus kiad.] Budapest: Országos Erdészeti Egyesület (OEE) Wagner Károly Erdészeti Digitális Szakkönyvtár, 2021.

Letöltés dátuma: 2025. 10.11. forrás: [http://eprints.edk.oee.hu/1039/1/halastavak\\_tervezesi\\_utmutatoja.pdf](http://eprints.edk.oee.hu/1039/1/halastavak_tervezesi_utmutatoja.pdf)

Elliott, N. G., Haskard, K. & Koslow, J. A. (1995): Morphometric analysis of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*) off the continental slope of southern Australia. *Journal of Fish Biology* 46. (2). 202–220. DOI: [10.1111/j.1095-8649.1995.tb05962.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1995.tb05962.x)

El-Sheshtawy, A., Salah, A., Rahman Ibrahim, M.A., Mocuta, D. N., Turek Rahoveanu, A., Hossu, A. M. (2017): The Nitrification Capacity of Different Types of Biological Filters - An Overview. In S. Hugues, és N. Cristache (szerk.) *Risk in Contemporary Economy*, Iasi, Romania: LUMEN Proceedings. pp. 321-328. DOI: [10.18662/lumproc.rce2017.1.27](https://doi.org/10.18662/lumproc.rce2017.1.27)

Ferincz Á., Weiperth A., Lente V., Hegedűs A., Takács P., Staszny Á. (2022): A sügér elterjedése, ökológiai és környezeti igényei. In: Bokor Z., Csorbai B., Urbányi B. (szerk.): *A sügér biológiája és tenyésztése*. Gödöllő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete, pp. 23-27.

Guerrero III, R. D., Shelton, W. L. (1974): An aceto-carmines squash method for sexing juvenile fishes. *The progressive fish-culturist*, 36(1), 56-56. DOI: [10.1577/1548-8659\(1974\)36\[56:AASMFS\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1974)36[56:AASMFS]2.0.CO;2)

Gyükeri M. (2020): Akik mindenkinél jobban élvezik a hidegfrontot: Lillafüred híres pisztrángjai nyomában. In: HVG honlapja. Letöltés dátuma: 2025. 10. 29. [https://hvg.hu/kkv/20201203\\_lillafured\\_pisztrang\\_hoitsy\\_gyorgy\\_aranyszalag](https://hvg.hu/kkv/20201203_lillafured_pisztrang_hoitsy_gyorgy_aranyszalag)

Harka Á., Sallai Z. (2004): Magyarország halfaunája. Szarvas: Nimfea Természetvédelmi Egyesület, p. 206.

Horváth Á., Csorbai B. (2015): Szivárványos pisztráng. In: Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.): Intenzív haltenyésztés. Gödöllő: Szent István Egyetem, pp. 190-191.

Horváth L. (2000): Halastavak osztályozása. In: Horváth L. (szerk.): Halbiológia és haltenyésztés. Budapest: Mezőgazda Kiadó, p. 225.

Horváth L., Csorbai B. (2015): Harcosa. In: Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.): Intenzív haltenyésztés. Gödöllő: Szent István Egyetem, pp. 152-158.

Horváth L., Hancz Cs. (2000): Haltenyésztés. In: Horn P. (szerk.): Állattenyésztés 3. Sertés, nyúl, prémes állatok, hal. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 341-349.

Horváth L., Hegyi Á., Béres B., Csorbai B., Urbányi B. (2022): Környezetkímélő haltenyésztés. Gödöllő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete, p. 138.

Horváth Z. (2007): A haltermelés gazdasági környezete. In: Hancz Csaba (szerk.): Haltenyésztés. Kaposvár: Kaposvári Egyetem. pp. 170-173. Letöltés dátuma: 2025. 10. 02. forrás: <https://real.mtak.hu/4136/1/1196578.pdf>

iFiske honlapja. Letöltés dátuma: 2025. 10.02. <https://www.ifiske.ax/en/fish-perch.htm>

IGFA honlapja. Letöltés dátuma 2025. 09.30. forrás: <https://igfa.org/member-services/world-record/common-name/Perch,%20European>

Kelemen Z. (2025): Több a halastó, nőtt a termelés, de fordult a trend és csökkent a halfogyasztás. Világ gazdaság honlapja. Letöltés dátuma: 2025. 09. 23. <https://www.vg.hu/vilaggazdasag-magyar-gazdasag/2025/06/etkezesi-hal-halasto-ponty>

Kertész Á., Karátson D. (2002): Morfometria. In: Magyarország földje. Budapest, Magyar Könyvklub. [Elektronikus kiad.] Arcanum Adatbázis Kiadó. Letöltés dátuma: 2025. 10. 16. forrás: <https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/pannon-pannon-enciklopedia-1/magyarorszag-foldje-1D58/uj-modszerek-a-hazai-foldtudomanyokban-2E40/morfometria-kertesz-adamkaratson-david-2F87/>

Kiss G. (2025): Lehalászás jelentés 2024. év. Agrárközgazdasági Intézet (AKI) Statisztikai jelentések, 30(1), p 30. Letöltés dátuma: 2025. 10.16. forrás: [https://ma-hal.hu/wp-content/uploads/2025/01/Lehalaszas\\_jelentes\\_2024.pdf](https://ma-hal.hu/wp-content/uploads/2025/01/Lehalaszas_jelentes_2024.pdf)

Kiss G., György Á. I., Radóczné Kocsis T., Timmel E., Szabó K. (2024): Jelentés a szervezet működésének 2023. évi eredményeiről. Budapest: Magyar Akvakultúra és Halászati Szakmaközi Szervezet (MA-HAL). Letöltés dátuma: 2025. 09. 25. forrás: [https://ma-hal.hu/wp-content/uploads/pdf/Feh%C3%A9r%20k%C3%B6nyv%202023\\_%C3%A9vr%C5%911.pdf](https://ma-hal.hu/wp-content/uploads/pdf/Feh%C3%A9r%20k%C3%B6nyv%202023_%C3%A9vr%C5%911.pdf)

Kovács É., Péteri A., Moth-Poulsen, T., Tóth I., Woynárovich A. (2015): Afrikai harcra. In: Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.): Intenzív haltenyésztés. Gödöllő: Szent István Egyetem, pp. 122-128.

Mézes M. (2022): A sügér táplálkozása és táppal történő takarmányozása. In: Bokor Z., Csorbai B., Urbányi B. (szerk.): A sügér biológiája és tenyésztése. Gödöllő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete, pp. 29-31.

MOHOSZ honlapja. Letöltés dátuma 2025. 09.30. forrás: <https://rekordlista.mohosz.hu/abszolot-rekordok>

Nelson, J.S., Grande, T.C. and Wilson, M.V.H. (2016): Fishes of the World. 5th Edition, John Wiley and Sons, Hoboken. DOI:[10.1002/9781119174844](https://doi.org/10.1002/9781119174844)

Oddsson, G. V (2020): A Definition of Aquaculture Intensity Based on Production Functions—The Aquaculture Production Intensity Scale (APIS). Water. 12(3), Paper 765; DOI: [10.3390/w12030765](https://doi.org/10.3390/w12030765)

Péteri A., Diviki S., Janurik (2015): Mechanikai szűrés. In: Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.): Intenzív haltenyésztés. Gödöllő: Szent István Egyetem, pp. 30-39.

Péteri A., Janurik E. (2015): Az UV-fény és az ózon használata a recirkulációs rendszerekben. In: Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.): Intenzív haltenyésztés. Gödöllő: Szent István Egyetem, pp. 66-72.

Péteri A., Janurik E., Kepenyés J. (2015): Szivattyúk és vízszállítás. In: Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.): Intenzív haltenyésztés. Gödöllő: Szent István Egyetem, pp. 22-29.

Pintér K. (2015): Magyarország halai (4. kiadás). Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 287-290.

Pintér K., Pócsi L. (2002): Hal. Budapest: Mezőgazda Kiadó, pp. 72-73.

Polgár J.P. (1997): Halászat. In: Szabó F. (szerk.): Bevezetés az állattenyésztési ismeretekbe. Keszthely: Keszthelyi Akadémiai Alapítvány, pp. 426-428.

Pope, P. T. & Webster, J. T. (1972): The use of an F-statistic in stepwise regression procedures. *Technometrics* 14. (2). 327–340.

Rónyai A. (2015): A tokfélék. In: Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.): *Intenzív haltenyésztés*. Gödöllő: Szent István Egyetem, pp. 159-179.

Staszny Á. (2023): Sügér (*Perca fluviatilis*). In: Ferincz Á., Staszny Á., Dérer I., Urbányi B. (szerk.): *Magyar halkönyv*. Budapest: Magyar Országos Horgász Szövetség, pp. 298-300.

Staszny Á., Weiperth A., Lente V., Hegedűs A., Ferincz Á. (2022): A sügér rendszertani besorolása és alaktani jellemzői. In: Bokor Z., Csorbai B., Urbányi B. (szerk.): *A sügér biológiája és tenyésztése*. Gödöllő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete, pp. 19-21.

Takács, P. (2012): Morphometric differentiation of gudgeon species inhabiting the Carpathian Basin. *Annales de Limnologie* 48. (1). 53–61. DOI:[10.1051/limn/2011058](https://doi.org/10.1051/limn/2011058)

Timmons, M.B., Ebeling J.M. (2007): *Recirculating Aquaculture*. Ithaca: Cayuga Aqua Ventures, pp. 177-196.

Urbányi B. (2015): Az intenzív haltenyésztés története, definíciói. In: Csorbai B., Péteri A., Urbányi B. (szerk.): *Intenzív haltenyésztés*. Gödöllő: Szent István Egyetem, p. 6-9.

Urbányi B., Bozáné Békefi E., Bokor Z. (2022): A sügér termelési és fogási adatai világ- és európai viszonylatban. In: Bokor Z., Csorbai B., Urbányi B. (szerk.): *A sügér biológiája és tenyésztése*. Gödöllő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézete, pp. 11-17.

Világgazdaság (Vg) (2025): Egyre több lehet a tenyésztett vízi élőlény az unióban (2025) Letöltés dátuma: 2025.09.22. forrás: <https://www.vg.hu/nemzetkozi-gazdasag/2025/04/akvakultura-eu-haltenyesztes>

## 9. Táblázatok és ábrák jegyzéke

### Ábrák

1. ábra: Étkezési ponty termelésének megoszlása régiók szerint 2024-ben, 8. oldal.
2. ábra: Példa egy középhegységi, földmedrű tavakból álló és hidegvízi fajokra adaptált termelő gazdaságra (intenzív), 11. oldal.
3. ábra: A tógazdaságok 2024. évi étkezési haltermelésének megoszlása, 11. oldal.
4. ábra: A körtöltéses halastótípus és keresztmetszeti képe, 13. oldal.
5. ábra: A völgyzárógátas halastótípus és keresztmetszeti képe, 14. oldal.
6. ábra: Üzemelt tóterület megoszlása halastótípusok szerint 2024-ben, 15. oldal.
7. ábra: Intenzív rendszerek típusainak megoszlása 2024-ben, 16. oldal.
8. ábra: Az intenzív termelés faji megoszlása 2024-ben, 20. oldal
9. ábra: Az őshonos csapósügér (*Perca fluviatilis*), 27. oldal
10. ábra: A mintavételekhez szükséges előkészületek és a morfometriai célú pozicionálás a munkaasztalon, 33. oldal
11. ábra: Az agy (A), az izom (B) és a bél-mikrobiom (C) célú mintavételek a boncolás során, 34. oldal
12. ábra: A páros here (A) és a páratlan petefészek (B) azonosítása a boncolás során, 34. oldal
13. ábra: A csapósügér kombinált morfometriai mérőpontjai (16), 35. oldal.
14. ábra: A süllő és a naphal - mint a sügéralakúak rendjébe tartozó két faj - legfontosabb morfometriai változói, 36. oldal.
15. ábra: Képelemzés az ImageJ programmal, 36. oldal
16. ábra: Az ivarmeghatározás során azonosított (A) ikrás és (B) tejes egyed (100X nagyítás), 38. oldal
17. ábra: Az F-statisztika eredménye alapján a legjobb 10 morfometriai változó, melyből vizsgálataink szerint ki kell hagyni az X-szel jelölt paramétereket, 40. oldal
18. ábra: A 4 legfontosabb morfometriai paraméter (if, cg, bc, jd), 42. oldal

### Táblázatok

1. táblázat: a 18 morfometriai változó, mely a süllő és a naphal szakirodalmi mutatóit kombinálja, 35. oldal
2. táblázat: A top 10 morfometriai változó F-statisztika értékkel, melyből 6-ot a méretfüggés miatt el kell vetni az összehasonlításokhoz.  $F > 5$  már erős elkülönülést jelez, 40. oldal

## 10. Nyilatkozatok

### NYILATKOZAT

#### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Szakál Szabolcs
A Hallgató Neptun kódja:	EJGTM4
A dolgozat címe:	Intenzíven nevelt csapósügér ( <i>Perca fluviatilis</i> ) állomány vizsgálata morfometriai alapú megközelítéssel
A megjelenés éve:	2025
A konzulens intézetének neve:	Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet (AKI)
A konzulens tanszékének a neve:	Alkalmazott Halbiológiai Tanszék, Georgikon Campus

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem. Továbbá kijelentem, hogy a dolgozat elkészítése során alkalmazott mesterséges intelligencia-eszközök (pl. szöveggenerálás, nyelvi javítás, fordítás, adatelemzés) használata nem helyettesítette a saját kutatási és alkotói munkámat, azok alkalmazását a források között vagy a módszertani részben feltüntettem, és a szakmai-etikai elvárásoknak megfelelően jártam el.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Keszthely, 2025.10.28.



Hallgató aláírása

## NYILATKOZAT

Szakál Szabolcs (hallgató Neptun azonosítója: EJGTM4) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre: **javaslom**

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: **nem**

Kelt: Keszthely, 2025.10.28.



Dr. Beliczky Gábor Péter  
belső konzulens  
MATE AKI Alkalmazott Halbiológiai  
Tanszék

**Hallgatók, doktoranduszok nyilatkozata mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásáról**

**1. Általános adatok**

Hallgató neve:	Szakál Szabolcs
Neptun-kódja:	EJGTM4
Képzési szint (a megfelelőt jelölje X-szel):	<input checked="" type="checkbox"/> BSc/BA <input type="checkbox"/> MSc/MA <input type="checkbox"/> Doktori (PhD) <input type="checkbox"/> Egyéb: .....
Tantárgy neve/kódja*:	szakdolgozat
A munka címe:	INTENZÍVEN NEVELT CSAPÓSÜGÉR (PERCA FLUVIATILIS) ÁLLOMÁNY VIZSGÁLATA MORFOMETRIAI ALAPÚ MEGKÖZELÍTÉSSEL

\* doktori értekezés esetén nem kitöltendő

**2. Nyilatkozat az MI használatáról**

Alulírott, etikai felelősségem teljes tudatában az alábbi nyilatkozatot teszem:

*(Kérjük, válasszon egyet az alábbi lehetőségek közül!)*

- A) Nem alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.  
(Amennyiben ezt jelölte, a további táblázatok kitöltése nem szükséges.)
- B) Alkalmaztam mesterséges intelligencia rendszert vagy szolgáltatást.  
(Kérjük, töltsse ki a vonatkozó táblázatokat!)

**3. A mesterséges intelligencia használatának részletezése**

**I. TÁBLÁZAT: Asszisztensi vagy kisebb mértékű felhasználás (pl. fordítás, nyelvi korrektúra, ötletelés stb.)**

*(Ezen felhasználások esetében a konkrét promptok és válaszok csatolása nem szükséges.)*

A felhasználás célja	Alkalmazott MI-eszköz neve és verziója	Érintett rész (ha nem a szöveg egészére vonatkozik)
fordítás	OpenAI ChatGPT	2.4.4., 2.5., 3. fejezetek

**II. TÁBLÁZAT: Jelentős tartalmi hozzájárulás (pl. egy teljes ábra vagy egy hosszabb szövegrész generálása)**

*(Ezekben az esetekben a felhasznált kulcsfontosságú promptok és az MI által adott nyers válaszok dokumentálása és a munka mellékletében való csatolása szükséges.)*



A felhasználás célja	Alkalmazott eszköz verziója, elérhetősége	MI-neve,	Az érintett fejezet / ábra / táblázat pontos sorszáma	A prompt-naplót tartalmazó melléklet bejegyzésének sorszáma
-	-	-	-	-

### 3/A. Oktató által előírt kiegészítő szabályok (ha vannak)

Amennyiben az adott tantárgy oktatója vagy témavezetője az MI-eszközök használatára vonatkozóan külön szabályokat vagy elvárásokat határozott meg, kérjük, az alábbi mezőben foglalja össze ezeket:

*Pl. az MI használatának tilalma bizonyos feladattípusokra; csak konkrét eszköz használata engedélyezett; eltérő hivatkozási elvárások; dokumentációs forma stb.*

Oktató vagy témavezető által előírt szabályok:

Nincs ilyen.

### 4. Minden hallgatóra vonatkozó nyilatkozat:

Kijelentem, hogy az MI által esetlegesen generált tartalmakat minden esetben kritikailag felülvizsgáltam, szerkesztettem és a munkába illesztettem. A leadott munka minden eleméért, annak eredetiségéért és tudományos helytállóságáért teljes körű felelősséget vállalok. Tudomásul veszem, hogy a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem a benyújtott munkát mesterséges intelligencia detektorral ellenőrizheti, és eljárást kezdeményezhet, amennyiben a nyilatkozatom valótlan vagy hiányos.

**Kelt:** Keszthely, 2025. 10. hó 30. nap

.....  
Hallgató aláírása

.....  
Konzulens/Témavezető aláírása