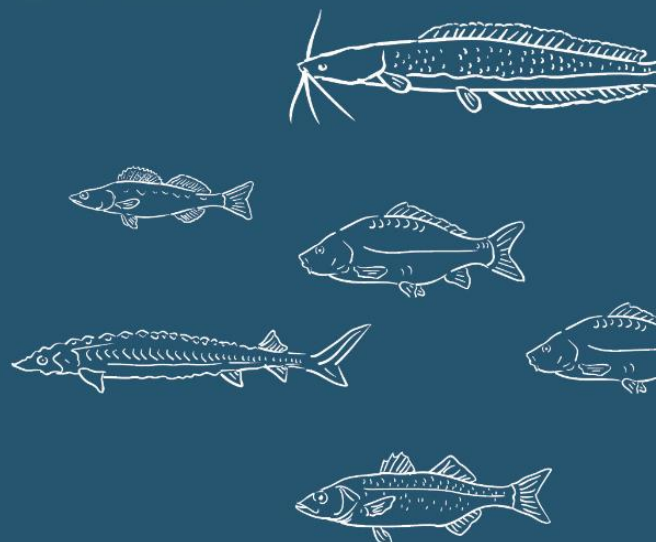




MEDENCE A TÓ MELLETT RENDSZER - INTENZÍV TENYÉSZTÉSHEZ

AKVAKULTÚRA TAVAKBAN



ALLER
AQUA

Borítófotók és illusztrációk: Aller Aqua

Az ebben a műszaki tanulmányban szereplő illusztrációk és fényképek Danijel Gospić jóvoltából.

Grafikai tervezés: Aller Aqua

MEDENCE A TÓ MELLETT RENDSZER - INTENZÍV TENYÉSZTÉSHEZ AKVAKULTÚRA TAVAKBAN

M. Sc. Danijel Gospić, Dr. Vet. Med.

az Aller Aquával együttműködve

© Aller Aqua, 2024

A kiadvány elérhető az Aller Aqua honlapján a www.aller-aqua.com címen.

A könyv minden szövege és képe szerzői jogi védelem alatt áll. A szöveg teljes vagy részleges fordítása más nyelvre az Aller Aqua írásos engedélye nélkül tilos.

A tudásmegosztás és a haltáplálás fejlesztésének támogatása érdekében a szöveg az Aller Aqua előzetes engedélye nélkül is kinyomtatható, megosztható és idézhető a nemzetközi szerzői jogi normáknak megfelelően, az alábbiakban megadott megfelelő idézéssel.

Kötelező idézés:

Gospić D. 2023. Tank by Pond System for Intensive Farming. Aller Aqua, Christiansfeld, 25 pp

TARTALOM

ELŐSZÓ	2
BEVEZETÉS	3
A TBP RENDSZER TERMELÉSI KAPACITÁSA	4
A TBP RENDSZER ALAPELVEI	5
MEDENCÉK – KÖR ALAKÚAK MÉLYEK ÉS NAGYOK.7	
- RECIRKULÁCIÓ.....	10
VÍZSZIVATTYÚZÁS-RECIRKULÁCIÓ	11
LEVEGŐZTETÉS (AERÁCIÓ)	14
ÜLEDÉKKEZELÉS.....	19
MONITORING ÉS VÍZMINŐSÉG-ELLENŐRZÉS.....	20
OXIGÉN HASZNÁLATA A TBP RENDSZERBEN	21
TBP RENDSZER GAZDASÁGI SZEMPONTJAI	24

ELŐSZÓ

Ez az átfogó kézikönyv iránymutatásként szolgál a G20 Company által kifejlesztett, Tó Melletti Medencés Rendszer megépítéséhez, karbantartásához és működtetéséhez. A rendszert azért fejlesztették ki, hogy lehetővé tegye az intenzív halgazdálkodást viszonylag alacsony építési és karbantartási költséggel, összehasonlítva az általa nyújtott termelési hozammal. Ezért gazdaságos intenzív haltenyésztési módként kategorizálható. A rendszer különböző fajok tenyésztésére alkalmas, mint például a ponty, afrikai harcsa, süllő és tokhal, többek között.

A kiadvány fő célja, hogy a világ minden táján lehetőséget biztosítson a halgazdáknak arra, hogy megpróbálják és bevezessék gazdaságaikban a tógazdálkodás egy új, úttörő megközelítését, különösen azokban a területeken, ahol a modern és költséges rendszerek, mint például az RAS (Recirkulációs Akvakultúra Rendszerek), nem gyakoriak és nem megvalósíthatók. A Tó Melletti Medencés Rendszer, hasonlóan az RAS-hez, a víz recirkulációján alapul, és berendezéseket használ a víz szivattyúzására és az oxigén biztosítására a rendszerben. Ennek a kézikönyvnek minden része a rendszer építésének és működésének különböző aspektusait tárgyalja.

BEVEZETÉS

Az intenzív tógazdasági haltermelés elérte maximális kapacitását, és a további intenzifikáció korlátozott potenciállal bír. Szlovéniában a kisebb tavakban (vízfrissítés nélkül, levegőztetéssel és kiváló minőségű extrudált táplálék használatával) 5-10 tonna/hektár termelést értek el; hasonló eredményeket értek el hasonló éghajlati feltételekkel rendelkező régiókban is. Az akvakultúra további növekedése nem csupán új tavak építésén fog alapulni, a korlátozott földterületek, a víz korlátozott elérhetősége, a nagy területeken történő termelés gazdasági hatékonyságának hiánya, a természetvédelemhez kapcsolódó korlátozások és számos más korlátozó tényező miatt. Ugyanakkor a tavak nagy potenciállal bírnak új technológiák bevezetésére, amelyek lehetővé teszik az intenzifikációt a tavakkal való szinergiában, anélkül hogy növelnék a természetes erőforrások iránti igényt. A tógazdasági halfajok organikus növekedése és fejlődése érdekében fontos új rendszereket bevezetni a meglévő gyakorlatok kizárása nélkül.

A „Tank By Pond” rendszert (TBP, „medence a tó mellett”) a G20 d.o.o. (Szlovénia) fejlesztette ki 2018-2024 között, és működési elve hasonló a „Pond in Pond” rendszerhez. A TBP lehetővé teszi a melegvízi halak szuperintenzív termesztését medencék és tavak kombinációjában, amelyek szinergikusan kapcsolódnak egymáshoz. Működési mechanizmus és hatékonyság szempontjából a TBP egy RAS (Recirculation Aquaculture System), ahol a mechanikai és biológiai szűrés funkcióját a tó látja el; ugyanakkor a TBP sokkal robusztusabb, könnyebben építhető és használható, így gazdaságosabb (CAPEX-ben és OPEX-ben) a RAS-nál. A G20 d.o.o. vállalatnál ciprinideket (tavakban), pisztrángot (RAS-ban) és afrikai harcsát (RAS-ban) tenyésztünk; emellett szuperintenzív rendszerek tervezésével is foglalkozunk (elsősorban RAS), és több mint 70 referenciánk van 7 országban; így a TBP rendszerben alkalmazott megoldások különböző technikai megoldásokból származnak, amelyek nem csak pontytavakban szerzett tapasztalatokon alapulnak.

A kézikönyvben szereplő összes adat gyakorlati tapasztalatokon alapul, és tudományosan nem értékelték őket. Minden adat tájékoztató jellegű, és a saját halgazdaságunkban elért eredményekre vonatkozik, így orientációs szerepet játszanak a TBP rendszer potenciáljának és kapacitásának megértésében. Úgy véljük, hogy a Szlovéniában szerzett tapasztalatok globálisan alkalmazhatóak (módosításokkal). Fontos megjegyezni, hogy a leírt megoldások csak néhányat képviselnek a „Pond in Pond” elv alapján alkalmazható sok lehetőség közül, és lehetséges és kipróbált megoldásként kínáljuk őket, amelyeket semmiképpen sem szabad véglegesnek vagy optimálisnak tekinteni.

A TBP RENDSZER TERMELÉSI KAPACITÁSA

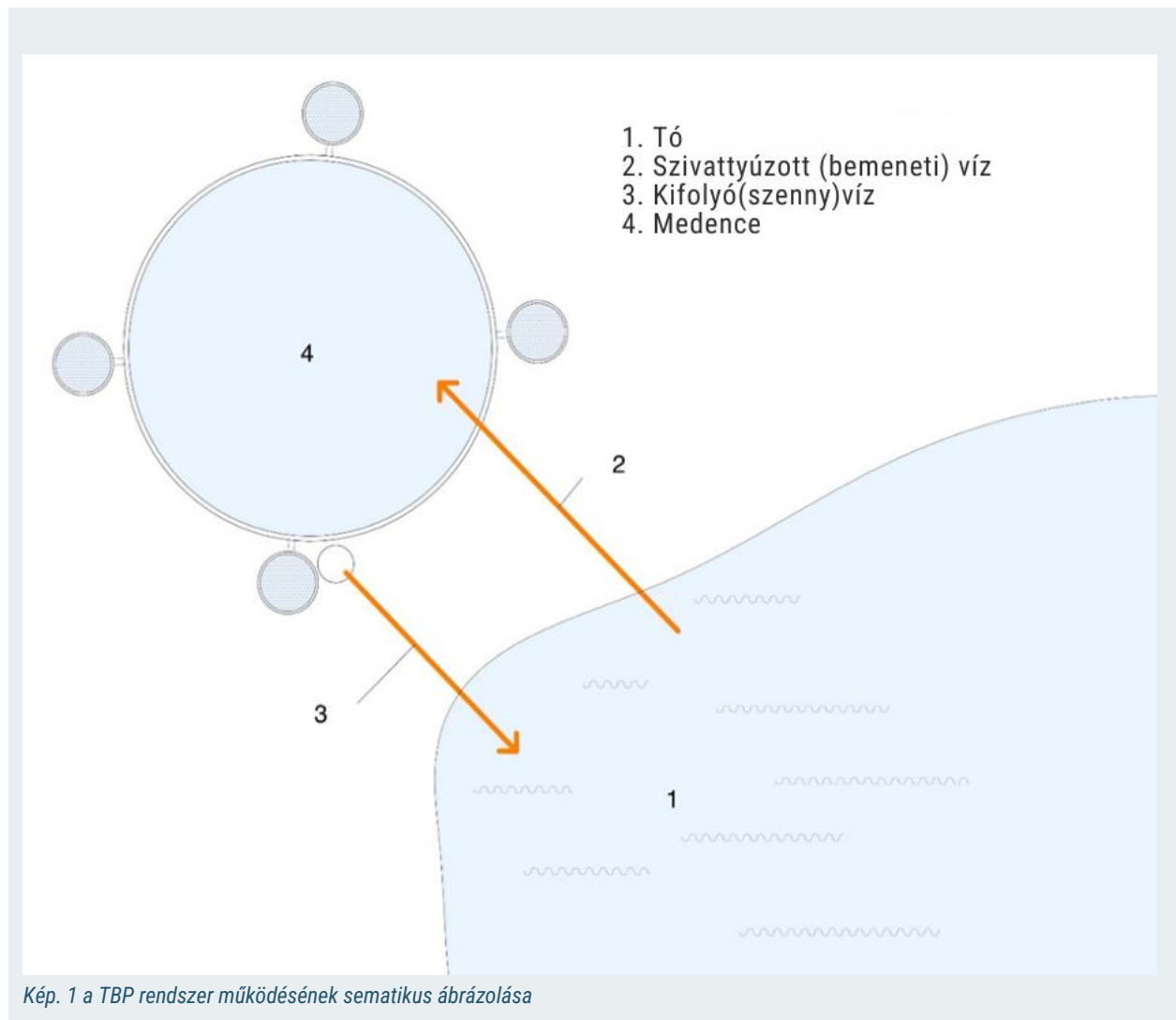
A gyakorlat azt mutatja, hogy a TBP rendszer termelési kapacitása 30 tonna/hektár/év, rendszeres vízfrissítés nélkül. A G20 cég tavainál nincs rendszeres friss víz beáramlás; a nyári hónapokban a párolgási veszteségeket kizárólag az időnkénti csapadék pótolja. A termelési kapacitás a medencékben és a hozzájuk tartozó tavakban tenyésztett halak összegére vonatkozik, ahol a kisebb tavak hozama körülbelül 10 tonna/hektár/év, míg a betonmedencék hozamai (kg/m³) nincsenek meghatározva, mivel a telepítési sűrűség elsősorban a levegőztetés és/vagy az oxigénnel történő dúsítás intenzitásától függ. Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a levegőztetéssel történő tenyésztésnél a telepítési sűrűség felső határa gazdaságilag optimalizált és racionális tenyésztés esetén 30 kg/m³. Ha oxigéndúsítást (tisztá oxigénnel történő dúsítást) alkalmaznak, a telepítési sűrűség akár háromszorosa is lehet, de ebben az esetben előzetesen elemezni kell a gazdasági paramétereket, hogy a tenyésztés gazdaságilag indokolt legyen.

A medencék és tavak termelési kapacitásának aránya elsősorban a tavak jellemzőitől függ: a nagy területű, extenzív tenyésztéssel rendelkező tavak kisebb részt vállalnak a teljes termelésből (pl. 1-2 t/ha/év), míg a nagyobb rész a betonmedencékben történik; a kisebb, intenzív termelésű tavakban (5-10 t/ha/év) a tenyésztés körülbelül 1/3-a a tóban, 2/3-a pedig a betonmedencékben valósul meg.

Gyakran felmerül a kérdés, hogy miért nem lehetséges a tavakban 30 t/ha termelés, míg a TBP rendszerben igen, pedig mindkét esetben a vízszűrés (azaz az organikus anyag lebontása) a tóban történik. A válasz a fő korlátozó tényező, az oxigénkoncentráció fenntartása. A tóban az oxigénfogyasztás kisebb részét a halak, nagyobb részét a tó többi ökoszisztémája használja fel, amit gyakran nehéz levegőztetéssel fenntartani, különösen a szezon kritikus időszakában. A medencékben az oxigénfogyasztás főként a halak igényeire korlátozódik, mivel a telepítési sűrűség általában 30-szor nagyobb, mint a tóban; a mechanikai szennyeződés állandó eltávolítása és az iszap hiánya (beton vagy műanyag aljzat) kizárja az oxigénfogyasztók többségét, amelyek jelen vannak a tóban. A planktonok oxigénfogyasztása a medencékben nem mutat jelentős hatást, és a mész rendszeres használata tovább csökkentheti annak lehetséges hatását. Továbbá, a mechanikai szennyeződés (ami a medencéből kijut) az ülepítő medencében (swirl separator) gyűlik össze, és (szükség szerint) a tóba kerül (mint műtrágya), vagy eltávolítják a rendszerből (használható műtrágyaként szántóföldi növényekhez stb.) - ezáltal csökkentve a tó ökoszisztémájának terhelését az organikus anyag lebontása és így az oxigénfogyasztás szempontjából.

A TBP RENDSZER ALAPELVEI

A tóban történő tenyésztés technológiája nem kerül részletes tárgyalásra a továbbiakban, bár egyértelmű, hogy a tó a TBP rendszer elválaszthatatlan része, és maximális figyelmet kell fordítani a tóban alkalmazott technikai-technológiai intézkedésekre a megfelelő higiénia fenntartása érdekében, amely biztosítja a medencék megfelelő vízminőségét.



Fontos megjegyezni, hogy a nagyon extenzív tenyésztés (vagy a tenyésztés hiánya) nem ajánlott a tavakban, mivel a tóban lévő halak bizonyos mennyisége (tóban, kavicsbányában stb.) javítja a vízminőséget a rétegződés megszüntetésével, a bentosz feldolgozásával, a plankton felhasználásával stb. Ezenkívül a medencékből a tóba kerülő organikus anyag egy részét a tó ökoszisztémája - a tóban lévő halak - hasznosítják; túl kevés hal esetén a tó eutrofizációja és az azzal kapcsolatos problémák merülhetnek fel a medencében történő tenyésztés során. A TBP rendszer egyik alapvető előnye a csökkentett FCR a kapcsolódó tóban, az organikus anyag felhasználása miatt, így a tóban történő tenyésztés elhanyagolása csökkenti az össztermelés gazdaságosságát.

A TBP RENDSZER MŰKÖDÉSÉNEK ALAPELVEI A KÖVETKEZŐK (A MÁR EMLÍTETT TÓVAL KAPCSOLATOS TÉNYEZŐK KIZÁRÁSÁVAL):

- a medencék megfelelő tervezése és méretezése,
- víz pumpálása (recirkuláció),
- levegőztetés,
- az üledék kezelése és,
- a vízminőség monitorozása és ellenőrzése.

MEDENCÉK – KÖR ALAKÚAK MÉLYEK ÉS NAGYOK

A TBP rendszerben a medencék kör alakúak és különböző átmérőjűek lehetnek. Az átmérő mélység arány maximálisan 3:1 lehet, ami azt jelenti, hogy például egy 6 m átmérőjű medence legfeljebb 2 m aktív mélységgel (vízoszlop magasságával) rendelkezhet, különben az üledék eltávolítása nem lesz optimális, mivel a medencében lévő vízáramlás nem lesz megfelelő. Ha olyan halat tenyésztünk, amely a bentoszon táplálkozik (ponty, tokhal, harcsa), ez az arány nem olyan fontos, és a nagyobb vízszlopú medencék nem mutatnak jelentős diszfunkciót az üledék eltávolításában. A nagyobb átmérőjű medencék jelentősen nagyobb aktív mélységgel rendelkezhetnek, bár a gyakorlatban a körülbelül 3 m-nél mélyebb medencék építése és kezelése nehézkes, és a mélyebb medencék nem növelik arányosan a hozamokat. Ez különösen igaz az olyan fajokra, amelyek nem egyenletesen oszlanak el a vízszlopban, mint például a ponty, a tokhal és a harcsa. A gyakorlatban különböző átmérőjű medencéket használunk (5-40 m), amelyek méretei elsősorban a tervezett fajoktól, a tervezett mennyiségektől, a tenyésztési ciklustól, a tervezett betakarítási ütemtől stb. függenek. Általában a nagy átmérőjű medencék olcsóbban építhetők meg, ha figyelembe vesszük az egy köbméter tenyésztési víztérfogatra jutó költséget. Azonban a nagy átmérőjű medencék esetében a funkcionalitás némileg romolhat a viszonylag nagy oxigénigény miatt, amelyet nehéz kielégíteni több lapátos levegőztető használata nélkül. Ezek a levegőztetők akadályozhatják a halak kifogását, és a sok berendezés miatt jelentős munkaerőt igényelnek a kezelések és karbantartások során.



Kép 2. TBP rendszer 15 m átmérőjű medencével (Ribogojilište Žabnik, Szlovénia, G20 d.o.o.)

A tapasztalatok alapján a 15 méter átmérőjű és 3 méter mély (a továbbiakban 15/3) medencék "arany középútnak" bizonyultak az alábbi okok miatt:

- Az építési költség az egy köbméter tenyésztési víztérfogatra jutó költséget figyelembe véve (CAPEX) viszonylag alacsony és elfogadható.
- Az egy 15 x 3 méteres medencében tenyésztett halak mennyisége indokoltá teszi a helyhez kötött oxigénmérő és a levegőztetés automatikájának beruházását.
- A levegőztetés kielégíthető lapátos levegőztetők használata nélkül, csupán légszivattyúkkal ("airlift"), ami megkönnyíti a halak kifogását és minimalizálja a karbantartást.

A kisebb tartályok szintén funkcionálisan elfogadhatóak, és akkor használják őket, ha több kisebb tartályra van szükség gyakori válogatás miatt (pl. süllőtenyésztés), több különböző faj egyidejű tenyésztéséhez, ivadékok neveléséhez, kísérletek elvégzéséhez stb. A 20 méter átmérőjű tartályokat még mindig levegőztetni lehet légemelő rendszerrel, míg a nagyobb tartályok általában levegőztető rendszereket igényelnek.



Kép 3. A TBP (Tervezett Biológiai Reaktor) rendszer a 5 méteres átmérőjű medencékkel a Ribogojilište Žabnik, Szlovéniában, a G20 d.o.o. kivitelezésében

A medencék betonból készülnek, és a gyakorlat azt mutatja, hogy a betonos H blokkokból (üreges betontéglák, amelyekbe betont öntenek) történő építés a leggyorsabb és pénzügyileg a leghatékonyabb technika. A műanyagból vagy ponyvából készült medencék hátránya, hogy nem áshatók a földbe, hogy elérjék a 3 méteres vízoszlop magasságát, így általában sekélyebbek, és a takarmányozás, halászat és ellenőrzés során nehezebb a kezelésük. Célszerű, hogy a medencék be legyenek ásva a földbe, a medence falának pedig 0,7 méterrel a terep fölé kell emelkednie.

A medencék alja szintén betonból készül, és középen egy leeresztő nyílás található, amelyet hálóval védenek a halak elmenekülése ellen. A központi leeresztő nyílás mellett ajánlott, hogy a medencének legyen egy felső túlfolyó nyílása is, hogy ha a központi nyílás elzáródik (például döglött halak, levelek stb. miatt), a víz a felső túlfolyón keresztül távozhasson. Az aljának nem szükséges középre lejtősnek lennie az „önmagát tisztító medence” hatás eléréséhez, de a lejtés kívánatos, mivel a halászat során a halak középre koncentrálnak, ami megkönnyíti a halak összegyűjtését a lehalászatkor.



Kép 4.A TBP randszer építése „H„ betonblokkal

Gyakran felmerül a kérdés, miért nem használunk csatornákat a kerek medencék helyett. A csatornák teljesen más koncepciót igényelnek, mint a TBP rendszer, ami a vízszivattyúzás (recirkuláció) és az aeráció leírásából világossá válik a következő fejezetekben. A csatornáknak egyetlen előnye van – ugyanabban a csatornában több különböző kategóriájú (fajta) hal is tartható, mivel hálókkal elválaszthatók egymástól. A halászat is előnyös lehet, mivel a halak mozgatható elválasztóval koncentrálnak, ami a kerek medencében nem kivitelezhető.

Az elválasztó hálók használata a „Pond in Pond” rendszerben kérdéses, mivel a hálók rendszeresen algával nőnek be és rendszeres tisztítást és karbantartást igényelnek (ellentétben a hidegvízi fajok csatornáival), így a gyakorlatban ritkán használják ezt az előnyt. A csatornák legnagyobb hátránya a medencék aljáról történő iszap eltávolítása, ami a kerek medencékhez képest legalább nyolcszor nagyobb vízáramlást igényel. A TBP rendszerben nem cél a medencében lévő oxigén koncentrációjának fenntartása a tó vizének pumpálásával, mivel a tóban az oxigén koncentrációja ingadozik, és a szezon bizonyos időszakaiban nagyon alacsony lehet. Nagy mennyiségű víz pumpálása a tóból a csatornába ezért a légszivattyúkkal (melyek egyszerre pumpálják és levegőztetik a vizet) a legalkalmasabb, amelyek csak kis magasságkülönbségeknél működnek, ami azt jelenti, hogy a csatornáknak a tó vizével azonos szinten kell lenniük, és a tó vízszintje nem ingadozhat. Tavainkban a vízszint az esőzések hiányában a szezonban 50-70 cm-rel csökken, ami azt jelenti, hogy ebben az időszakban a csatornák légszivattyúval nem működnének.

A csatornák következő hátránya a rossz térbeli kihasználtság, mivel a csatornák általában nem lehetnek mélyebbek 1-1,5 méternél, hogy megfeleljenek a megfelelő vízáramlásnak (hidraulika), ami lehetővé teszi a csatorna „önmagát tisztító” hatását. Az irodalomban gyakran hangsúlyozzák a csatornák jó térbeli kihasználtságát, bár a vízmennyiségben való kihasználtság lényegesen alacsonyabb, mint a nagyobb átmérőjű és mélyebb kerek medencéknél. A csatornák építési költsége is lényegesen magasabb a kerek medencékhez képest, amit a vízmennyiség egységére (m³ víz) szükséges építőanyag mennyiségével (m³ beton) lehet a legjobban szemléltetni.

Az IPRAS rendszer, amely az USA-ban került kifejlesztésre, csatornákat használ, nagyon elterjedt és jó nevelési eredményeket ad, ami gyakran szkepticizmust vált ki a kerek medencék TBP rendszerének fölényével kapcsolatban. Fontos megérteni, hogy az IPRAS rendszer egy egész tó építését (vagy rekonstrukcióját) igényli, amelybe beton elválasztó (fal) kerül beépítésre a halnevelő csatornák mellett, és a rendszer hatékonysága ugyanolyan mértékben függ a tó rekonstrukciójától (építésétől), mint a csatornáktól. A tó mérete, dimenziói és mélysége pontosan meghatározott a nevelő csatornákhöz viszonyítva. A víz áramlása a medencékben a tóban lévő vízáramlás fenntartásával valósul meg, és a csatornában csak légszivattyú használata nem elegendő az oxigén megfelelő koncentrációjának fenntartásához a csatornában. Továbbá, az IPRAS elsősorban a csatorna harcsa számára került kifejlesztésre, amely magas telepítési sűrűséget és viszonylag alacsonyabb oxigénkoncentrációt visel el, mint a régiókban tipikus melegvízi fajok (ponty, tokhal, európai harcsa, süllő, csuka). A TBP rendszer nem igényli a tó rekonstrukcióját, és bármely tóra alkalmazható ugyanolyan hatékonysággal. Ez a tényező különösen fontos régiókban, ahol nagyon régi tavakban nevelnek pontyot, és azok rekonstrukciója gazdaságilag kérdéses és nehezen kivitelezhető a tó természetes környezetének megőrzésével kapcsolatos egyre szigorúbb korlátozások miatt.

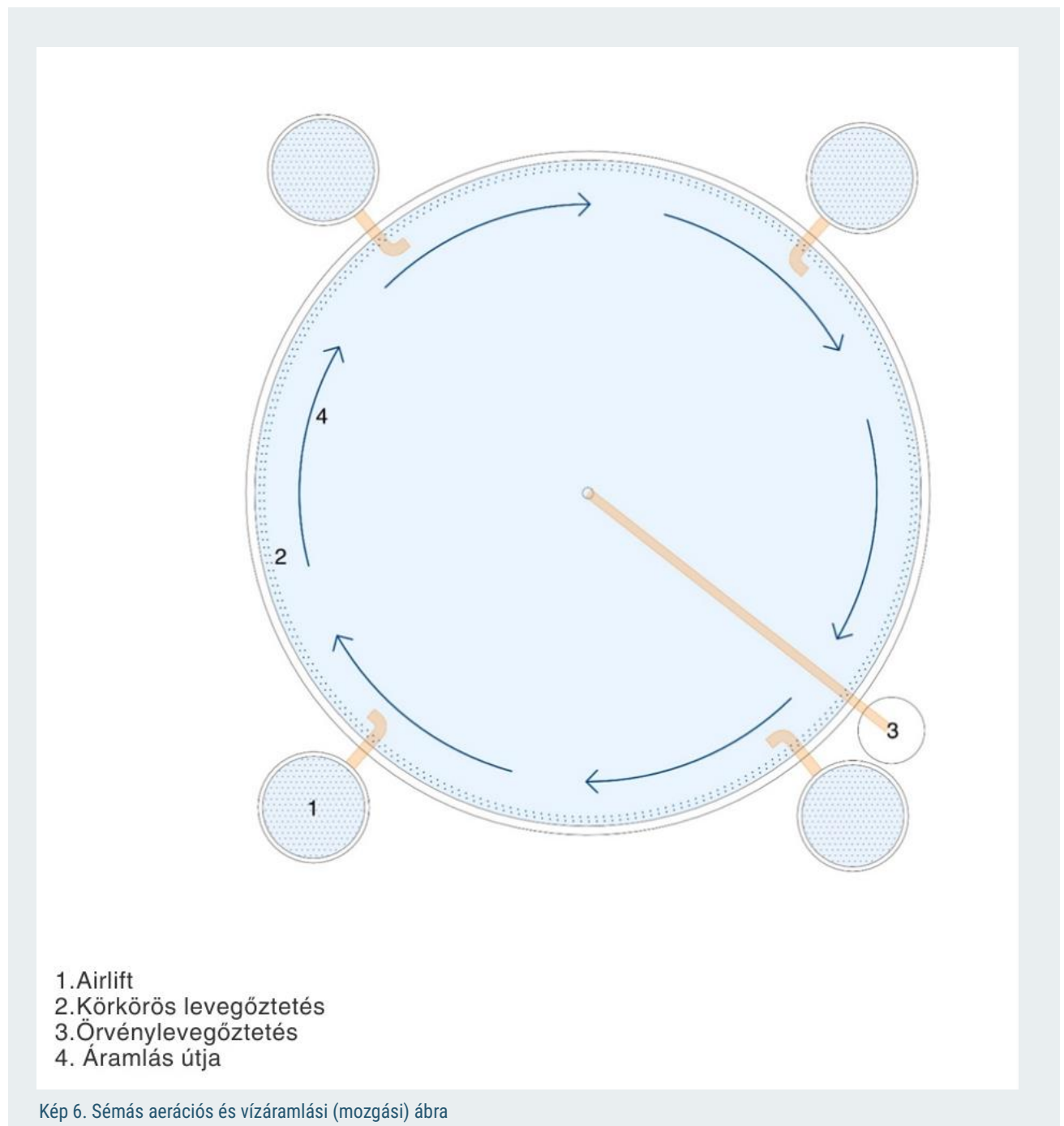
VÍZSZIVATTYÚZÁS-RECIRKULÁCIÓ

A TBP rendszer megfelelő működéséhez állandó vízáramlás szükséges a tenyésztőtartályba. A vizet a tóból lehet szivattyúzni, ahová visszakerül, vagy friss vizet lehet használni, amely normál esetben táplálja a tavat, de először a tartályon keresztül halad. Ha a tó állandó minőségi vízáramlással rendelkezik, ezt a vizet nagyobb mértékben lehet használni a tartályokban történő neveléshez, hogy csökkentsék a levegőztetés szükségességét; ebben az esetben a rendszer átfolyásos halkeltető farmként működik, többszörös (kaskád) vízhasználattal. Ha a tónak nincs állandó minőségi vízutánpótlása, a vízkeringést szivattyúkkal biztosítják a tó és a tartály között. Ebben az esetben a vízáramlásnak az a funkciója, hogy fenntartsa a nitrogénvegyületek (TAN, nitrit, nitrát) megfelelő koncentrációját, és lehetővé tegye az állandó üledékeltávolítást a tartályból.



Kép 5. Telepített Vízforgató Szivattyú a TBP Rendszerben

A gyakorlat azt mutatta, hogy a vízszivattyúzás (recirkuláció) optimalizálása rugalmas megközelítést igényel a tenyésztési szezonban, a tóban lévő oxigénkoncentráció szezonális ingadozásai és a tartályban és a tóban lévő biomassza fokozatos növekedése miatt. A szezon elején a tóban magas az oxigénkoncentráció, és a halak sűrűsége mind a tartályban, mind a tóban alacsony, így nagyobb mértékű vízszivattyúzás és levegőztetés nélküli működés gyakran fenntartja az optimális vízparamétereket. A szezon későbbi szakaszában azonban az oxigénkoncentráció időnként alacsony lesz a tóban, és az több szerves anyaggal (oxigénfogyasztókkal) lesz terhelve, ezért minimalizálni kell a vízszivattyúzást, és növelni a levegőztetést. Nagyobb tartályoknál mindenképpen kívánatos rögzített oxigénmérőkkel felszerelni a rendszert, amelyek szükség szerint aktiválják a levegőztető rendszert.



Durván fogalmazva, azt mondhatjuk, hogy a kisebb tartályok nagyobb vízcserét igényelnek (20-30%-os csere óránként), míg a nagyobb tartályoknál elegendő a napi 40-100%-os vízcseré ahhoz, hogy elérjük a minimális áramlást az önálló tisztításhoz, vagyis az üledék eltávolításához a tartályból. Egy 15 méter átmérőjű és 3 méter mély tartály esetében 5 l/s vízáramlás elegendő ahhoz, hogy biztosítsa a tartály önálló tisztulását, bár egy fele ekkora áramlás is lehetővé teszi a hulladékvegyületek megfelelő koncentrációját, azzal a ténnyel, hogy ebben az esetben az önálló tisztítás nem lesz kielégítő, és naponta egyszer szükséges lesz 10-20 cm-rel csökkenteni a vízszintet az üledék eltávolítása érdekében a tartály közepéről. Annak ellenére, hogy a tartály nincs felszerelve biológiai szűrőkkel, a tóból érkező víz számos részecskét hordoz, amelyek mikroorganizmusok hordozói, magas nitrifikációs potenciállal. Ezek a tartályban történő levegőztetéssel együtt intenzív biológiai szűrést tesznek lehetővé, amely egyenértékű (vagy jobb) a recirkulációs akvakultúra rendszerekkel szemben (RAS).

Általános szabályként ajánlott, hogy a tartályokat olyan szivattyúkkal szereljék fel, amelyek lehetővé teszik a víz 20-30%-os óránkénti cseréjét, a szezonális áramlás optimalizálása érdekében több kisebb szivattyúval vagy frekvenciaszabályozókkal.

LEVEGŐZTETÉS (AERÁCIÓ)

A levegőztetés kulcsfontosságú szerepet játszik a TBP rendszerben, mivel egyszerre látja el az alábbi funkciókat: a megfelelő oxigénkoncentráció fenntartása a vízben, a víz keringése (áramlása), a rétegződés megszüntetése, a gázok eltávolítása és a biológiai szűrés. Az eszközökkel kapcsolatban a gyakorlat azt mutatta, hogy a radiális, kétfokozatú fúvók és a membrándiffúzorok használata a legelterjedtebb és legmegfelelőbb választás. A radiális, kétfokozatú fúvók nem igényelnek rendszeres karbantartást (gyakorlatilag nincs szükség speciális szervizelésre), nem tartalmaznak olajat, alkalmasak hosszú léghelosztásra (néha több száz méter), és nagyobb nyomáson (nagyobb vízmélységnél) is hatékonyak.



Kép 7. Beépített radiális légfúvók

A fúvókat általában a „mennyi m³ víz van a tartályban, annyi m³ levegő/óra” általános szabály alapján méretezik. A radiális kétfokozatú fúvók mellett gyakori választás még az úgynevezett "root" (gyökér) fúvók és a "high speed turbo" (nagysebességű turbó) fúvók. A gyökérfúvók rendszeres karbantartást igényelnek (például olajcserét és szíjcserét a hajtásnál), míg a nagysebességű turbó fúvók jelentős energiamegtakarítást nyújtanak, bár meglehetősen drágák, így az ideális fúvót az energiahatékonyság, az amortizációs számítás és a karbantartási igények alapján kell kiválasztani. A fúvókat általában központilag telepítik (mind a beton tartályokhoz, mind a tavakhoz, ha a levegőztetést légfúvásos módszerrel végzik a tavakban), és az elosztóvezetéseket a fogyasztókhoz föld alatt helyezik el.



Kép 8. Az egyedi radiális ventilátorok telepítése „Airlift”-nél

A központi fúvótelepítés csökkenti a költségeket (elsősorban a kisebb számú elektromos szekrény és egyéb elektromos berendezés révén) és megkönnyíti a szervizelést és karbantartást. Ha a medencéket állandó oxigénmérővel és automatizált levegőztető rendszerekkel szerelik fel, akkor minden egyes medencét saját fúvóval látják el. A fúvók általában frekvenciaszabályzókkal vannak ellátva, amelyek optimalizált áramfogyasztást és lágy indítást tesznek lehetővé, ami csökkenti a csúcsterheléseket.

A kisebb medencékben (körülbelül 5 méter átmérőig) a levegőztetés hajlékony csöves diffúzorral történik (ami hasonló a csepegtető öntözéshez használt csőhöz), amely a medence belső peremére, körülbelül 1 méterrel a vízszint alatt kerül felszerelésre. Ez a telepítés hatékony levegőztetést, hatékony vízáramlást biztosít, és nem zavarja a halászatot és egyéb manipulációkat a medencében.



Kép 9. Beépített csöves diffúzor

A csöves diffúzort általában két körben (duplán) helyezik el, hogy megfelelő légáramlást biztosítsanak, mivel a csöves diffúzor kapacitása 1-2 m³/h/futóméter, így ki kell számítani, hogy mennyi futóméter csöves diffúzorra van szükség egy adott térfogatú medencéhez.

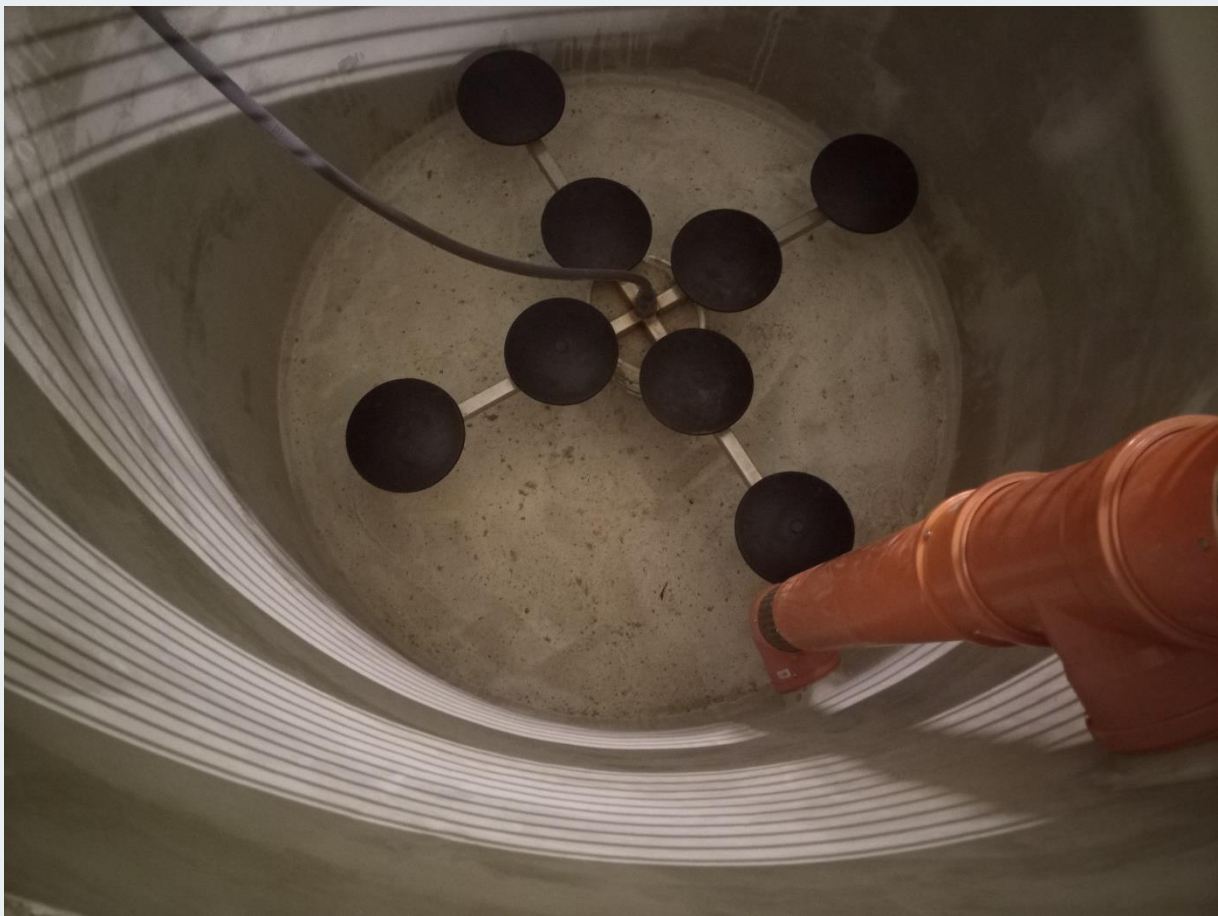
Ez a telepítés további előnye, hogy csökkenti a viszkozitást (a víz és a fal közötti súrlódást), így az irányított vízáramlás könnyebben hoz létre körkörös vízmozgást. A víz körkörös mozgása mellett ez a fajta levegőztetés másodlagos vízkeringést is létrehoz a medencében, amely nagyon hatékonyan bizonyult az üledék koncentrációjában a medence közepén (szifon) és a rétegzettség megszüntetésében, ami elősegíti a halak „szórt” elrendezését a medencében.

Az 5 méternél nagyobb átmérőjű medencék esetében a csöves diffúzorok mellett légszivattyúkat (airlift) is telepítenek, amelyek a medence mellett helyezkednek el (a külső falnál) és két átmeneti csövön keresztül kommunikálnak a medencével: az egyik a medence alján, a másik a tetején található. A légszivattyúk valójában rekeszek, amelyekben diffúzorok vannak elhelyezve; a levegő befújása (aeráció) mellett pumpáló hatást is kifejt, azaz a víz a légszivattyú alján belép az tenyésztő medencéből és a

légszivattyú tetején kilép vissza a medencébe. A kimeneti csőre PVC könyököt helyeznek, amely a vizet körkörös mozgásba irányítja.

A légszivattyúk rekeszei általában különböző átmérőjű betongyűrűkből készülnek (1-2 m átmérőjűek). A légszivattyú rekeszének átmérője (betongyűrű) megfelelő számú diffúzort kell tartalmazzon, hogy biztosítsa az egységnyi idő alatt befújt levegő mennyiségét. A gyakorlatban csöves diffúzorokat (lyukasztott műanyag csöveket) vagy membrán diffúzorokat használunk; a membrán diffúzorokat előnyben részesítjük a nagyobb oxigénátadás miatt, mivel a lyukak eltömődése nem gyakori (ellentétben a csöves diffúzorokkal), és egyszerűbb a telepítésük.

A légszivattyú rekesze ugyanolyan mélységű, mint maga a tenyésztő medence, de a diffúzorokat nem a rekesz aljára, hanem 1,5-1,7 méterrel a vízszint alá telepítik.



Kép 10. Telepített membrános „disk” diffúzorok az airlift rendszerben

Ez jó kompromisszumot jelent az oxigénnel való dúsítás hatékonysága (minél nagyobb a befújási mélység, annál hatékonyabb az oxigéndúsítás), a befújt levegő mennyisége (a befújt levegő mennyisége nagyobb kisebb mélységek esetén), és a pumpáló hatás (ami a levegő befújási mélységével növekszik) között.

A légszivattyúk mennyisége a medence átmérőjétől (térfogatától) függően változik, általában medencénként 1-4 légszivattyút telepítenek. A 15 méter átmérőjű és 3 méter mélységű medencék esetében minden medencéhez 4 légszivattyút használunk, amelyek 2 méter átmérőjű betongyűrűkből állnak, 300 mm-es átmenetekkel, és minden légszivattyúban 12 darab 300 mm átmérőjű membránlemez diffúzor található.



Kép 11. Telepített csöves diffúzor az airliftben

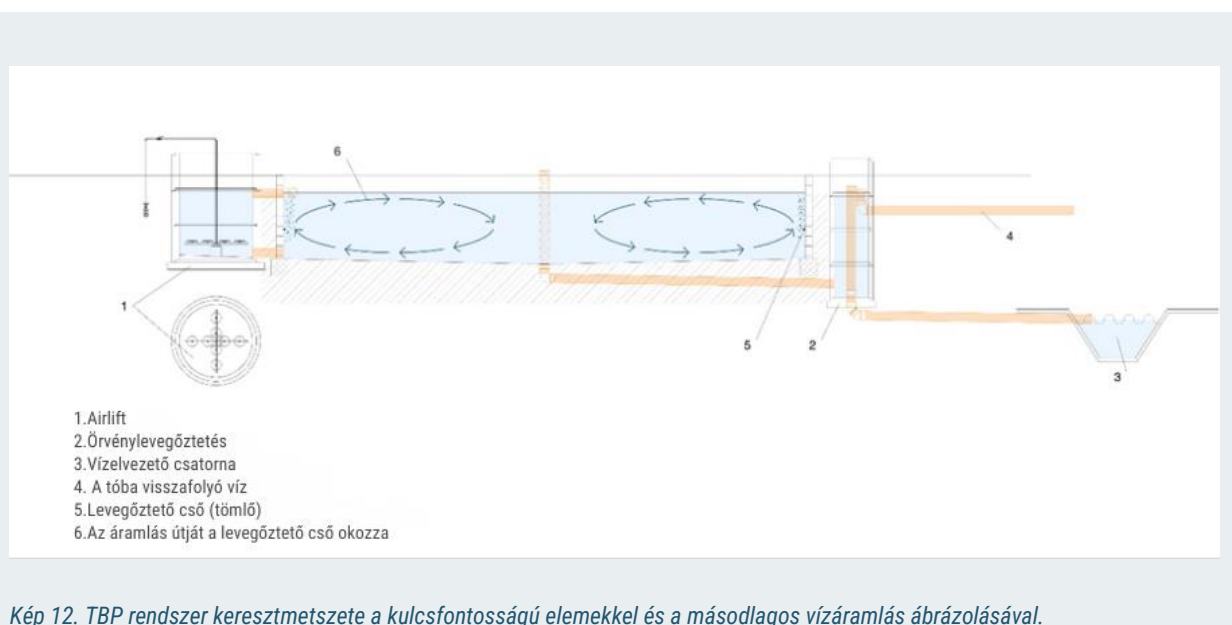
A 20 méternél nagyobb átmérőjű medencék esetében az aeráció kielégítése egyre nehezebbé válik csupán a medence falainál elhelyezett airlift rendszerekkel. Ilyen esetekben szükség van az aeráció elvégzésére magában a medencében is, elsősorban lapátos aerátorokkal. Természetesen van lehetőség úszó airliftek (irányított vízáramlással) telepítésére is a medencében, ami bizonyos előnyökkel jár, mivel a rendszer nem függ sok elektromos motortól (aerátoroktól), hanem inkább központi ventilátoroktól és levegőelosztó rendszertől.

Központi airlift telepítése is lehetséges, amely másodlagos vízmozgást és az üledék felhalmozódását végzi a medence közepén, bár ez a megoldás kevésbé hatékony, ahogy a medence átmérője növekszik. Néha csődiffúzorokat helyeznek a medence aljára, amelyek elegendő mennyiségben kielégítik a nagy medencék aerációját, de ezek zavarják a halászást és akadályozzák a víz megfelelő áramlását, amely elengedhetetlen a medence önálló tisztításához.

ÜLEDÉKKEZELÉS

Minden medence fel van szerelve egy ülepítővel (swirl separator), amely egyben a vízszint szabályozója is a medencében. Az ülepítő egy 1-1,5 m átmérőjű betoncső, amely ugyanolyan magas, mint a betonmedence, de valamivel alacsonyabb aljjal, mint a medence alja. Az ülepítő alján egy cső található, amely összeköti a szifont és a vizet, valamint az üledéket vezeti ki a medencéből. Az ülepítő tetején egy túlfolyó található, amely lehetővé teszi, hogy a mechanikailag tisztított víz visszafolyjon a halastóba, míg az üledék az ülepítő alján marad. A túlfolyó egyben a vízszint szabályozója is a medencében. Az ülepítő alján egy nyílás található, amelyet egy függőleges cső zár le, és amelyet a medence vízének leeresztésére használnak, valamint összeköttetésben van a vízleeresztő csővel.

Ideális esetben a vízleeresztő cső egy olyan vízfolyáshoz vagy csatornához csatlakozik, amely alacsonyabban helyezkedik el, mint a medence alja, hogy szükség esetén a medence gravitációs úton kiüríthető legyen. Ellenkező esetben szivattyút kell használni a medence kiürítéséhez.



Kép 12. TBP rendszer keresztmetszete a kulcsfontosságú elemekkel és a másodlagos vízáramlás ábrázolásával.

Az ülepítőben felhalmozódott üledéket időnként ki lehet engedni a halastóba, amit a túlfolyó szintjének kb. 0,5 m-rel való csökkentésével lehet elérni. Ez azt jelenti, hogy a medence vízszintjének legalább 0,5 m-rel magasabbnak kell lennie a halastó vízszintjénél. Ha a halastó túlterhelt szerves anyagokkal, az üledéket ki lehet szivattyúzni és mezőgazdasági területekre lehet vinni, vagy más módon lehet eltávolítani, az adott lehetőségek és jogszabályok betartásával. Intenzív etetés és a nagy sűrűségű telepítések esetén ajánlatos naponta egyszer csökkenteni a vízszintet a beton tartályban, hogy eltávolíthassák az üledéket a szifon körül, és így tovább csökkentsék az üledék mennyiségét a tartályban.

MONITORING ÉS VÍZMINŐSÉG-ELLENŐRZÉS

Kulcsó az oxigénszint, amelynek általában 4 mg/l felett kell lennie (ponty esetén). Kisebb medencékben az oxigént (és a hőmérsékletet) naponta legalább kétszer méri, és az aeráció mértékét kézi szelepekkel és a központi fűvók teljesítményének megfelelő beállításával szabályozzák.

Nagyobb medencékben általában állandó oxigénmérőt használnak, amely bekapcsolja a fűvók működését, amikor az oxigénkoncentráció 4 mg/l alá csökken. Néha nagyobb medencékben állandóan működtetik a fűvókat (amelyek központilag helyezkednek el a halgazdaság összes igényeire), és szükség esetén egy további fűvó automatikusan bekapcsol az állandó oxigénmérő alapján („finomhangolás”).

Gyakorlatban más vízparamétereket nem mérünk, és a vízminőség fő mutatója a halak étvágya és viselkedése.

Amikor a medencékben túletetés és az el nem fogyasztott élelem lebomlása miatt (tipikus hiba) a vízminőség jelentősen romlik, az etetést le kell állítani, és többször le kell eresztetni a vizet a medencéből (vagy csökkenteni kell a víz szintjét a medencében), amíg a vízminőség helyre nem áll, és a halak ismét fokozott étvágyat nem mutatnak. A víz további paramétereinek mérése (TAN, NH₂, NH₃ stb.) mindenképpen hasznos lenne a víz szerves terhelésének felmérése és az etetés jobb szabályozása érdekében.

Higiéniai intézkedésként rendszeresen használnak oltott meszet 10 g/m³ koncentrációban. A meszet az airliftekbe helyezik, amelyek feloldják és a medencébe pumpálják. Más biocideket nem használtunk, mert nem volt rá szükség.

OXIGÉN HASZNÁLATA A TBP RENDSZERBEN

Az oxigén használatával a TBP rendszerben általában háromszorosára növelhető a telepítési sűrűség (90 kg/m³-ig) a csak aerációval elérhető sűrűséghez képest (30 kg/m³). Az oxigén használata nem zárja ki az aerációt, amely többféle szerepet tölt be a TBP rendszerben (vízkeringetés, gázeltávolítás, víz oxigénnel való dúsítása, destratifikáció, biológiai szűrés). Az aeráció energetikai (és ezzel együtt gazdasági) hatékonysága (SAE – Standard Aeration Efficiency) jelentősen magasabb, mint az oxigenációé, azaz minden befektetett kWh energiaért kb. 2 kg O₂-t juttatunk a vízbe, míg az oxigenáció esetében az oxigén oldódása soha nem 100%-os, azaz minden befektetett kg O₂-ért nem oldódik ugyanannyi O₂. Továbbá az oxigén vízben történő hatékony oldásához energiát kell felhasználnunk, ami tovább növeli az aeráció és az oxigenáció közötti különbséget. Ebből következik, hogy az aerációval kb. 70%-os oxigénkoncentrációt tartunk fenn, a maradék 30%-ot pedig oxigenációval érjük el (a számok hozzávetőlegesek).

Az oxigenáció energiagazdaságilag (és gazdaságilag) legalább háromszor kevésbé hatékony, mint az aeráció, de nagy potenciállal bírhat a TBP rendszerben bizonyos esetekben:

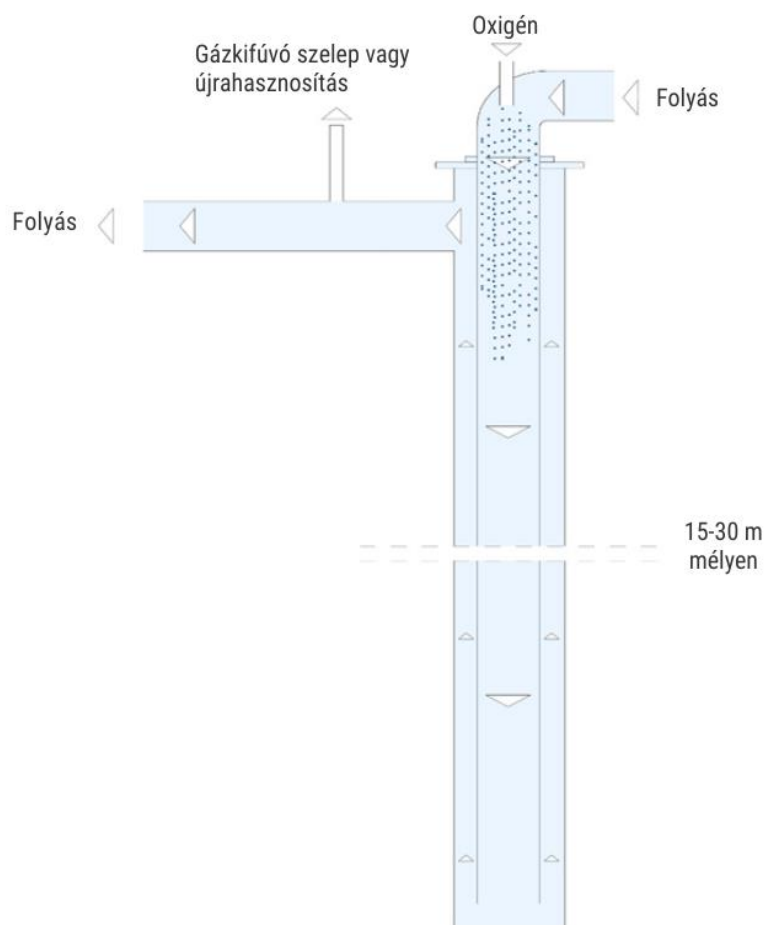
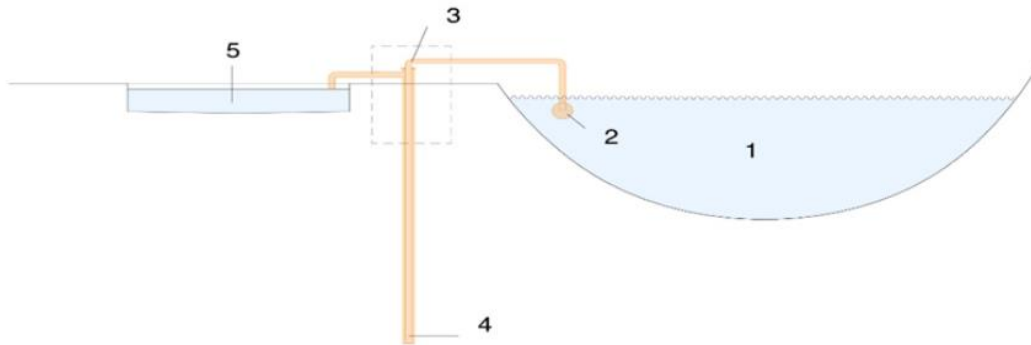
- Ha a hal ára fedezi az oxigenáció költségeit, és nagy a kereslet a hal iránt.
- Ha olcsóbb háromszorosára növelni a vízhozamot m³-enként, mint háromszor akkora TBP rendszert építeni (ha a magas építési költségek hosszú amortizációval járnak).
- Magas oxigénigényű fajok esetén például :süllő.
- Magas értékű fajok esetén-kaviárnak szánt tokhal, tenyésztők, kísérleti halak, ivadék.

A fentiekből egyértelműen látszik, hogy nincs túlzott indok a ponty és más fajok tenyésztésére, amelyek megelégszenek 4-5 mg/l (65-75%) oxigénkoncentrációval, hacsak nem cél a magasabb hozamok vagy a nagyobb biztonság elérése. Ugyanakkor az oxigénellátás nagy potenciált jelent a hozam gyors és hatékony növelésére, valamint lehetőséget kínál a diverzifikációra és a piaci igényekre való gyors reagálásra.

Az oxigenáció maximális hatásának eléréséhez szuperszaturációt kell alkalmazni (az oxigén oldása 100% fölé, általában 300% fölé). A szuperszaturált vizet a medencébe pumpálják, hogy az oxigénkoncentráció 90-100% között maradjon. Magas telepítési sűrűségnél az oxigénkoncentráció 65-75% nem lesz elegendő, mert az etetés és egyéb tevékenységek során ez az érték nagyon gyorsan 20-30%-kal csökken, így ügyelni kell arra, hogy az oxigénkoncentráció alsó határa megfelelő legyen, hogy ne okozzon stresszt a halaknak és hogy az ételkonverzió megfelelő legyen.

Az oxigén oldásának leghatékonyabb módja az ún. U-cső használata, amely magas nyomást (2-3 bar) hoz létre nagynyomású szivattyúk használata nélkül, azaz magas energiafogyasztás nélkül. A medencébe pumpált víz először az U-csőön halad át; fontos, hogy az U-csőben a vízáramlás sebessége 2-3 m/s és a nyomás 0,4-0,6 bar legyen, különben az U-cső belső részében lévő oxigénbuborékok légbuborékot képeznek, amelyet a szivattyú nem tud kezelni (akadályozza az áramlást).

- 1. Tó
- 2. Pumpa
- 3. O₂
- 4. U-cső
- 5. Medence



Kép 13. az U-csövek shémája

Az oxigenizáció esetében ki kell számolni a napi oxigénbevitel mennyiségét (hozzávetőleges számítás: minden kg élelemhez 1 kg O₂ szükséges), és a szivattyút úgy kell méretezni, hogy a víz áramlásához hozzáadott oxigén aránya ne haladja meg a 10%-ot (különben az oxigén hasznosulása/oldhatósága csökken). Fontos megjegyezni, hogy az U-cső hatékonysága az U-cső mélységével nő, amely optimálisan 30-40 m mély. Meg kell jegyezni, hogy az U-cső használatakor az ún. axiális (propeller) szivattyúk nem lesznek megfelelőek, annak ellenére, hogy a medence és a halastó közötti magasságkülönbség kicsi, hanem centrifugál szivattyúkat kell használni valamivel magasabb geodéziai magassággal (általában 5-10 m). Emellett a vízpumpálás mennyisége az oxigén igénytől függ, és a vízcseré általában nem lehet kevesebb, mint a medence térfogatának 25%-a óránként.

TBP RENDSZER GAZDASÁGI SZEMPONTJAI

A TBP rendszer gazdasági megfontolásakor fontos megjegyezni, hogy a TBP rendszer célja nem a tavi halgazdaságok helyettesítése, hanem a tavi halgazdaságok termelési potenciáljának maximalizálása. A TBP rendszer önmagában nem képes teljes potenciálját kihasználni, ugyanúgy, ahogy az új halastavak építése (vagy a meglévők felújítása) sem jelent fenntartható utat TBP rendszer nélkül (számos okból: gazdasági, ökológiai, személyzeti stb.). Azok a halastavak, amelyek elérték maximális kapacitásukat (kb. 10 t/ha/év), növelhetik termelési kapacitásukat új halastavak építésével és/vagy TBP rendszer kiépítésével. A TBP rendszer (betonmedence felszereléssel) kiépítésének tökebefektetése általában alacsonyabb, mint egy új halastó építéséé, bár jelentős regionális és globális különbségek vannak az építési költségekben, a földárakban, a jogszabályokban és más, a beruházási költségeket befolyásoló tényezőkben, így kivételek biztosan léteznek.

Fontos szem előtt tartani, hogy ha a befektető meg akarja háromszorozni a tavi halgazdaság termelését, akkor meg kell háromszoroznia a termelési területet (és arányosan biztosítani kell a vízigényt), vagy ki kell építenie a TBP rendszert (betonmedencék) a meglévő halastó mellett, elhanyagolható területet foglalva el (a hozzá tartozó halastó területének kevesebb mint 2%-át), további vízigény nélkül.

Egy 15 m átmérőjű és 3 m mély medence az intenzív termelési kapacitás (legalább) szempontjából egy 1 ha területű halastónak felel meg, amely intenzív termelésre van felszerelve (elektromos berendezések, aerátorok, áramfejlesztők stb.). A gyakorlat azt mutatta, hogy egy ilyen medence építési költsége viszonylag alacsony, és 1-3 éven belül megtérül.

A medence (vagy halastó) építési költségein túl fontosak a karbantartási költségek is, amelyek a TBP rendszerben gyakorlatilag nem léteznek. A halastavak esetében a kotrás, az utak karbantartása, a fűnyírás, a gátak javítása (stb.) jelentős költséget és munkaterhet jelentenek, amelyek nem produktívak. A TBP rendszerben az eszközök karbantartása és javítása nem jelentős, nem igényel magas szintű szakértelmet, és nem különbözik jelentősen az intenzív halastavi termeléshez szükséges aerátorok és szivattyúk karbantartásától.

A TBP rendszer termelési költsége mindenképpen fontos tényező, ha feltételezzük, hogy a beruházás mindkét rendszer esetében hasonló. A gyakorlat azt mutatta, hogy a TBP rendszerben a halak termeléséhez szükséges energiafogyasztás kb. 2,5-3,5 kWh/kg, míg a halastavakban ez az érték általában alacsonyabb (1,5-2,5 kWh/kg). A takarmányegyüttható a fiatalabb halak esetében mindkét rendszerben hasonló, míg a nagyobb halak esetében (pl. 1,5-3 kg súlyú ponty) a takarmányegyüttható valamivel magasabb a TBP rendszerben. A legjobb eredményeket a 0,7-1,5 kg végsúlyú pontyok esetében értük el, ahol a takarmányegyüttható általában 1,4-1,5 (Aller Classic vagy Forte).

A termelési költség szorosan összefügg az egész szezonban elért biomassza növekedésével, amely a legmagasabb a fiatal halak esetében, és jelentősen csökken a piaci halak felé. Például egynyaras fiatal halak nevelése esetén (egy 15 m átmérőjű és 3 m mély medencében) a szezon elején rendkívül alacsony biomasszával indulunk (pl. 150 000 egyhónapos hal; 150 kg biomassza; 0,3 kg/m³), és a szezon végére 15 tonna fiatal halat (30 kg/m³) érünk el, ami százszoros biomassza növekedést jelent. A szezon elején kevés tőkét vonunk be, a szezon elején az energiafogyasztás nagyon alacsony lesz (az alacsony kezdeti biomassza miatt), a növekedés egész szezonban magas lesz, és a takarmányegyüttható viszonylag alacsony lesz. Ha nagy piaci pontyokat (3-4 kg) akarunk nevelni, valószínűleg 1,5 tonna telepítéssel

kezdünk (5000 db 300 g-os fiatal hal; 3 kg/m³), és a szezon elejétől jelentős energiafogyasztással és a szezon végén meglehetősen rossz konverzióval tízszeres biomassza növekedést érünk el.

A gazdasági szempontok közül figyelembe vehetjük a különböző halak intenzív nevelésének lehetőségeit is, pl. tokhal, sügér, süllő stb. betonmedencékben, ami jelentősen javíthatja a halgazdaság gazdasági eredményeit, amelyek máskülönben nem képesek jelentős mértékben ilyen halakat tenyészteni tavi körülmények között.

A TBP rendszer gazdasági hatékonyságára jelentős hatással vannak a közvetett tényezők is, mint pl. a betegségek hatékony ellenőrzése, a ragadozók elleni hatékony védelem és az időjárási változások minimális hatása a vízparaméterekre. Általában a veszteségek nem haladják meg a 3%-ot, ami összehasonlíthatatlanul alacsonyabb a halastavakhoz képest (különösen a nagyobb kiterjedésű extenzív halastavak esetében). A vírusos betegségek kivételével (amelyek a TBP rendszerben és a halastavakban egyaránt károsak lehetnek), a parazitás és bakteriális betegségeket egyszerűen ellenőrzik rendszeres fürdőzéssel; a legtöbb esetben az oltott mész rendszeres használata (1-2 alkalommal hetente) 10 g/m³ koncentrációban az egyetlen végrehajtott intézkedés. A ragadozók elleni védelem betonmedencékben nagyon hatékony; a madarak nagyon ritkán támadják meg a halakat betonmedencékben. Szükség esetén a betonmedencék hálóval fedhetők, ami gazdaságilag hatékony a kis terület és a medence magas termelékenysége miatt. A betonmedencékben az oxigénkoncentráció állandó, a vízparaméterek (TAN) nem ingadoznak; ennek eredményeként minimálisra csökkentik a halak stresszt, lehetővé téve a folyamatos etetést kisebb adagokban, ami hozzájárul a halak jó kondíciójához, az optimális növekedéshez és a feltételes betegségek miatti kisebb veszteségekhez.



Kép 14. Pálcás önetető

Az automata etetőkkal történő etetés maximalizálja a termelékenységet, miközben a nap folyamán kiegyenlíti a vízminőségi paramétereket. Ezzel a módszerrel a halak egész nap (és éjszaka is) táplálkoznak, és önállóan szabályozzák az etetést étvágyuknak megfelelően, amely a környezeti feltételekhez kapcsolódik. Tapasztalataink szerint egy automata etető elegendő egy 15/3-as tartályhoz, mivel nem minden hal eszik egyszerre, és így nincs nagy eltérés a tartályban lévő állomány egyedeinek növekedésében.

LET'S GROW
TOGETHER

