

A Kiskunhalasi Sós-tó és környékének komplex tájökológiai-természetföldrajzi vizsgálata, hidrológiai egyensúlyának megőrzése

Jelen tanulmány fő fókuszpontjában a kiskunhalasi Sós-tó van, de e tanulmány a Dong-ér Szász Károly utca és Járó-szék közé eső szakaszát, valamint az ahhoz kapcsolódó, e főcsatorna által felfűzött szélbarázdákat is megvizsgálta. Így a vizsgálati terület többek közt a Kis-Sós-tó, a Járó-szék és a Fejetéki-mocsár deflációs mélyedésére is kiterjedt. A komplex táji szemlélet azért is nagyon fontos, mert a kérdéses területek hidrogeográfiai szempontból egy egységet alkotnak. Vizsgálatuk a kiskunhalasi Sós-tó táji mintázatának, működésének megértésében, a vízutánpótlási lehetőségek meghatározásában, a természetvédelmi potenciál meghatározásában, s végső soron a Sós-tó a vízszintjének biztosításában is igen fontosak. A terület komplex tájökológiai vizsgálata magában foglalta a geológiai, éghajlattani, talajföldrajzi, hidrológiai, tájtörténeti és ökológiai tényezők vizsgálatát is, amelyek közös metszetében a táj működésére is fény derült. A táj működésének megértésének alapján a fejlesztési, vízmegtartást célzó beruházások is összhangba hozhatók, jobban, költség hatékonyan és a jövőben is fenntartható módon tervezhetők az elkövetkező évtizedekben várható klímaváltozások, klímaingadozások várható hatásaihoz igazodóan.

1. Geológiai adottságok

A vizsgált terület a Dorozsma-Majsai-homokhát legészaknyugatabbi nyúlványán található, amelyet kelet-északkeletről a Bugaci-homokhát, nyugatról az Illancs, délről a Felső-Bácskai-löszhát övez. E medenceszerű, lápmedencék és szikes tavak mozaikjai alkotta tájrészlet így valójában kistájak találkozásánál fekszik, arra a szomszédos tájak geoökológiai adottságai is hatnak. Különösen szoros ez a kapcsolat a regionális talajvízáramlások tekintetében. Így a vizsgált területet északnyugatról övező Illancs illetve az azt északkeletről övező Bugaci-homokhátság beszivárgási zónáknak számítanak, míg a vizsgált terület e talajvizek kiáramlási zónája. Továbbárnyalja a képet a várostól délre elhelyezkedő Felső-Bácskai-löszhát, amelynek felszíni löszös üledékei és mélyben fekvő agyagrétegei a homoknál rosszabb vízvezető képességűek, többé-kevésbé vízzáróak, így megakadályozzák azt, hogy a Kiskunhalas környéki medencékben feltörő talajvizek dél felé távozzanak, azokat megtámasszák, visszaduzzasztják. Ennek köszönhető az, hogy a belvízrendezések megindulása előtt Kiskunhalast vizenyős területek láncolata övezte. A vizsgált táj a Duna-Tisza közti síkvidék középtáj, s ezen belül a Kiskunsági-homokhátság kistájcsoport része.

A kistáj a Duna jégkorszaki hordalékkúpjának délkeleti ágának északnyugati részén helyezkedik el. Jellemzően Kiskunhalas vizsgált részein a táj alaplámpát a jégkorszaki futóhomokból felépülő, humuszos homoktalajokkal fedett maradékgerincek, lepelhomok-hátak alkotják. Közéjük ékelt mészsizappal (lásd Sóstó, Kis-Sós-tó, Járó-szék), tavi agyagos iszappal (várostól nyugatra lévő medencék) kitöltött, réti talajokkal, szolonyces réti illetve szoloncsák talajokkal borított – az uralkodó széliránynak megfelelően északnyugat-délkelet irányú - semlyékek (szélbarázdák, deflációs laposok) ékelődnek. E mélyedéseket összefoglaló néven semlyékeknek nevezzük, amelyeket a XX. század második felében kialakított csatornahálózat fűz fel. Korábban ezek az üde mélyedések egymástól elkülönültek, önálló vízteret képeztek.

A semlyékekben lencseszerűen a beszivárgást lassító, többé-kevésbé vízzáró mészsizap, szikes iszap, réti dolomit és réti mészkő rétegek helyezkednek el, amelyek a futóhomok betemetődéseknek köszönhetően a lepelhomok-hátak, maradékgerincek alatt is folytatódnak. A fenti üledékek képződése mindig semlyékekhez kötődik, kialakulásuk a talajvízáramlásokkal (azok a felszíni üledékekből Ca-ot és Na-ot oldanak ki), a semlyékekben

összegyűlő talajvizek bepárlódásával függ össze. E rétegek alatt jobb vízvezető-képességű betelepülések, majd erősebben vízzáró agyagrétegek lencsési találhatók. A vízzáró rétegek lencseszerű megjelenése miatt a talaj- és a rétegvíz nehezen különíthető el. A futóhomok alatti rosszabb vízvezető-képességű rétegek a csapadék mélybe szivárgását jelentősen lassítják, így az 15-20 m-nél mélyebbre ritkán jut. Így a félig vagy teljesen vízzáró rétegek lencsehálózata felett elhelyezkedő vizeket érdemes talajvízként elkülöníteni, mert ezek sokkal érzékenyebben reagálnak a csapadék és a párolgás változásaira, mint a rétegvizek. A felszín közeli réti dolomit, réti mészkő és mészszipa rétegek valamint a kissé mélyebben elhelyezkedő agyaglencsék jelentősen megjavítják a fölöttük lévő homokon kialakult humuszos homoktalajok vízgazdálkodási képességeit, így azokon a növénytermesztés (zöldség-, gyümölcs vagy akár gabonatermesztés) nagyobb biztonsággal, a csapadéknak sokkal kevésbé kiszolgáltatva folyhat a Duna-Tisza közti Homokhátság nyugatabbi, magasabb fekvésű, buckásabb, kevesebb semlyéssel tagolt részeihez képest. Ezért a felszín alatti réti mészkő rétegek épségének megőrzése a termelés hatékonysága szempontjából is fontos, hisz e rétegek a lehullott csapadékot a talajfelszín közelében tartják. Persze e rétegek önmagukban kevesek ahhoz, hogy az aszályos nyári időszakban is elegendő mennyiségű víz legyen elérhető a haszonnövények számára, így a rásegítő öntözés különösen ezen időszakokban nélkülözhetetlen.

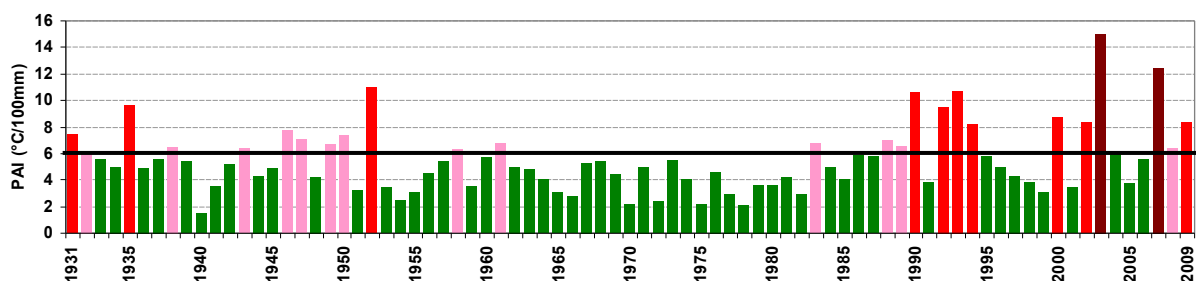
2. Éghajlati adottságok

Az OMSZ kiskunhalasi mérőállomásának adatai alapján a táj éghajlati adottságait mutatja be ez a fejezet. Az elmúlt 50 év adatai alapján a tanulmány különös tekintettel vizsgálja a klíma ingadozásait, a hőmérséklet és csapadékviszonyok változásait, trendjeit, a térségben tapasztalható tipikus szezonális időjárási helyzeteket. Feltárássra került a csapadékhiány mértéke, s annak időbeli változásai is.

A helyi hivatalos mérések kezdetétől (1931) 2009-ig terjedő időszakot nézve az átlagos *évi csapadékösszeg 586 mm* Kiskunhalason. Rakonczai et al. (2009) vizsgálatai alapján a március és június közt lehullott csapadék a legmeghatározóbb a biomassa-termelés számára, azaz a mezőgazdaság, az erdőgazdálkodás, a természetes élőhelyek növényközösségei (gyepek, mocsarak, lápok) és így a felszíni vizek vízutánpótlása szempontjából is ez az időszak a legkritikusabb.

A Pálfi-féle ariditási index alapján a vízhiány és az aszály mértéke is klasszifikálható. Ezen index alapján megállapítható, hogy Kiskunhalason az elmúlt 20 év alatt rendkívül megszaporodtak az aszályos évek, 1990 és 2010 közt 11 nem aszályos és 10 aszályos év volt a tárgyévüket is beleértve, azaz az évek fele aszályos, ami az 1953-1989 közötti periódushoz képest szignifikáns, rendkívül markáns növekedést mutat. Ez utóbbi periódusban a nem aszályos évek dominálnak, 1958, 1961, 1983 volt mindössze enyhén aszályos, míg az 1998-as és 1999-es enyhén aszályos évek már az utóbbi 20 év klímaperiódusához sorolandók. Az 1931-1952 közötti periódus azonban szintén egy szárazabb, aszályos években bővelkedő periódus volt, azaz az aszályos évek egyáltalán nem rendkívüliek e területen. Az 1931-1952 közötti (a legutóbbi 20 évvel összevethető időtávú) klímaperiódusban 12 nem aszályos és 10 aszályos év volt. Ez utóbbi perióduson belül azonban csak 3 évben volt kiemelkedően nagy aszály (1931, 1935, 1952). *Ezen –a kiskunhalasi rendszeres mérések kezdeti időszakához kapcsolódó - bázis időszakhoz képest feltűnően megnövekedett a klimatikus okokra vezethető vízhiány a vizsgált területen, amit a komolyan aszályos évek szaporodása és a rendkívül komolyan aszályos évek megjelenése (korábban ilyenek a mérések kezdete óta nem voltak) jelez. A 2003 és a 2007-es évek voltak a legaszályosabbak, közülük is a 2003-as, amikor 400 mm csapadék esett. Mégsem ez, hanem a 2000-es év bír az abszolút rekord évi csapadékösszeggel Kiskunhalason, amikor mindössze 319 mm csapadék hullott (fővárosi-)*

száraz sztyeppi érték), de a korábbi csapadékos évek és a kisebb párolgásnak (alacsonyabb hőmérsékletek) köszönhetően az aszály mértéke mégis kisebb volt a 2003-as és 2007-es évekéhez képest. Mindez jól mutatja azt, hogy az egymás után következő évek tompíthatják, de fel is erősíthetik az aszályos évek vízhiányát vagy épp víztöbbletét, így nem mindegy, hogy hány aszályos, komolyabban aszályos év követi egymást, azaz vannak e csapadékosabb nem aszályos évek is az adott időintervallumban, amikor a víz visszapotlódhat a talajba, illetve a felszíni vizekbe. E téren is negatív változásokat tapasztalhatunk az utóbbi 20 év egészében. 1990-ben majd két évvel később 1992-1994 közt egymás után 3 aszályosabb év következett. Ez után ugyan 5 aszály nélküli év jött, de 2000-ben, majd rá két évre 2002-ben és 2003-ban két aszályos év jött, amelyek közül az utóbbi a mérések kezdete óta a legnagyobb aszály volt. Ezt követően újabb 3 év jött, amikor nem kellett aszályval számolni, amelyet azonban ismét 3 aszályos év követett, közülük 2007 a második mért legnagyobb aszályos év volt. Ez azt jelenti, hogy az 1953-1989 közötti periódushoz képest szinte váratlanul jött 3 több éven át elhúzódó aszályos periódus is, amelyek közt a táj vízhiánya nehezen tudott visszapotlódni. Egymás utáni aszályos évek az 1931-1952 közötti időszakban is voltak, de azok mértéke kisebb volt, komoly aszályos évek egyáltalán nem következtek egymás után, a rendkívüli aszályok hiányoztak. Akkoriban legfeljebb 2 egymás utáni aszályos évvel kellett számolni (1931-1932, 1946-1947, 1949-1950), amelyek a legelső periódust kivéve csak mérsékelt aszályos évek voltak. Ezzel szemben az elmúlt évtizedekben a 3 egymás utáni aszályos év is megjelentek -(évtizedes aszályos periódusok elmaradása után): 1988-1990, 1992-1994, 2007-2009. Az 1931-1952 közötti időszakban a komolyabban aszályos évek egy-egy mérsékelt aszályos periódus lezárásaként jelentkeztek, ám előttük legalább 1 nem aszályos év volt (1935-ben előtte 2 is). Ugyan az elmúlt években is 1-3-5 nem aszályos év előzte meg az aszályos periódust, de a vízhiányos időszak tovább tartott. 1936-1945 közt mindössze 2 mérsékelt aszályos év volt e korábbi, hosszabb aszályokkal jellemezhető periódusban.



Pálfai-féle ariditási index a kiskunhalasi meteorológiai állomás adatai alapján 1931-2008 közt (PAI < nincs aszály (zöld); 6 < PAI < 8 mérsékelt aszályos (rózsaszín); 8 < PAI < 12 komolyabban aszályos évek: közepesen illetve (10 felett) komolyan aszályos (piros); PAI > 12 rendkívül komolyan aszályos (barna) (Pálfai 2000))

Rendkívül meglepő volt ehhez képest a 2010-es csapadékos év, amely rekord, 1100 mm-es csapadékoszeget produkált (óceáni klímára jellemző érték), azonban ez várhatóan csak az átlag irányába volt képest eltolni a vizek állapotát, a tartós javulást egy év nem hozta meg, amit a 2011-es aszályos év is jól mutat. Mivel 2010 előtt 3 rendkívül aszályos, elhúzódó periódus is volt 22 év alatt, ezt a vízhiányt teljesen nem volt képes egy rekord csapadékos év bepótolni.

Összességében megállapítható, hogy az aszályos periódusok hossza és mértéke a két világháború közötti időszakhoz képest jelentősen megnövekedett. Ez a mezőgazdaságot és a vízgazdálkodást a korábbi évtizedek relatív aszálymentességéhez képest váratlanul érte. Ráadásul ez a változás egy történelmi szempontból is kaotikus időszakban (rendszerátalakulás)

történt, ami továbbnehezítette a megfelelő, gyors, átgondolt válaszok megadását. Ráadásul a szocializmus évtizedeinek vízgazdálkodási hibái is tetézték a gondokat. Jól látható, hogy a belvízelvezető-hálózat kiépülése - 1960-1970-es évek - egy aszálymentes periódusra esik, amikor a komolyabb aszályok hiánya miatt az esetleges vízhiány kérdésének megoldása talán fel sem merült az akkori időjárási kondíciók miatt, akkor csak a belvizek levezetésére koncentráltak. Ez a vízvisszatartásra alkalmas műtárgyak hiányában, a vízpótló-vízmegeőrző technikai létesítmények hiányában is tetten érhető, ugyanis ezek nem kerültek kiépítésre, a cél inkább a felszíni vizektől való megszabadulás volt.

Az elmúlt 22 év időjárási eseményei azonban a jelenlegi rendszer fenntarthatatlanságára, hibáira is ráirányítják a figyelmet. *A túlmélyített csatornahálózat (lásd Dong-ér) ugyanis az aszályos években továbbcsökkentik a talajvíz-szintet, depressziós tölcserít hozva létre, így aszályos nyarakon a csapadékhiány hatását ezen antropogén létesítmények tovább fokozzák. Ez a lápi és szikes élőhelyek kiszáradása, a szikes tavak vízszintjének csökkenése mellett a szikesek sótanodását, kilúgozódását, végső soron jellegtelenedését, degradálódását is elősegíti.*

Ezért is sürgető a vízvisszatartás mihamarabbi megkezdése, az ehhez szükséges létesítmények megépítése és üzemeltetése. *Az aszályos időszakok közt ugyanis a fentiek alapján mindig vannak csapadékosabb, kevésbé aszályos évek, amikor a víz megtartására, a vízkészletek megőrzésére fokozottan ügyelni kell! Különösen nagy hangsúlyt kell fektetni a tavaszi és kora nyári csapadék betárolására, mert a biomassza vizsgálatok alapján a március-június közti időszak adódott a legmeghatározóbbnak. Ez azt jelenti, hogy a tavaszi esők mellett a Medárd-napi csapadék betárolására is szükség van, amelyek a Dong-éren nagyobb mennyiségük miatt akár a jövőben villámárvizeket (flash flood: azaz rövid ideig tartó, hirtelen levonuló árvizeket) is okozhatnak. Azonban e víz megőrzésére is szükség lenne e tájban, így a környező semlyékeken való víztározás legalább olyan fontos, mint a csatornában való víztározás.*

3. Hidrológiai adottságok

E fejezet hangsúlyosan foglalkozik a talajvízszint változásának helyi vonatkozásaival a hivatalos mérőkutak adatai alapján az elmúlt 50 évre vonatkozóan. A talajvíz szintjének változásai és az időjárási események párhuzamba állítása is megtörtént, az ok-okozati kapcsolatok feltárásával, a csapadék és a talajvízszint változást bemutató görbék lefutásának időbeli változásainak, párhuzamosságainak, időbeli eltolódásainak vizsgálatával.

A felszíni vizek vizsgálata egy részt magában foglalja a Dong-ér és a Kiskunhalasi Sós-tó medrének vizsgálatát, amelynek során meglévő és új adatok segítségével főbb vízkémiai paraméterek bemérésére is sor került a Szegedi Tudományegyetem Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszékének akkreditált laboratóriumában. A 2010-11-es csapadékos év lehetőséget nyújtott ahhoz is, hogy a Sós-tó és a Dong-ér közti csatornából, a Kis-Sós-tóból valamint a Fejetéki-mocsárból is minták legyenek véve, így többféle felszíni víztest vízkémiai paraméterei is összehasonlításra kerülhettek, amelyek a jövőbeli vízpótlások mikéntjének meghatározásában kulcsfontosságúak lehetnek. A vízminőség vizsgálata során archív adatok is feldolgozásra kerültek. A tanulmány kitér a volt szovjet laktanya felől a Dong-ér felé terjedő nehézfém-szennyezésre is.

A Duna-Tisza közti hátság középső részének kiemelt helyzete, valamint a táj és a homok alatti egykori vízszállító rendszer üledékeinek északnyugat-délkeleti lejtése (Herke 1934, Sümegi et al. 2003) önmagában is lehetővé teszi a **talajvíz gravitációs áramlását** a Tisza felé a Dorozsma-Majsai-homokháton. A Homokhátság központi részén lehulló csapadék valamint a nem összefüggő vízzáró rétegek miatt feláramló felszín közeli gravitációs rétegvizek a Dorozsma-Majsai-homokháton egy *északnyugat-délkelet irányú*

regionális (tájszintű) talajvízáramlást táplálnak. Ezek betáplálási pontja Kiskunhalas környéke is, ám e terület az Illancs és a Bugaci-homokhát irányából is kap talajvizeket. Így valójában hidrogeográfiai szempontból Kiskunhalas és környéke intermedier zónának számít. Az itteni talajvizek szerepe kulcsfontosságú a Kiskunhalastól délkeletre elhelyezkedő területek, azaz a Dorozsma-Majsai-homokhát kistájának jelentős részének. vízutánpótlása szempontjából. Az ottani semlyékek természetvédelmi szempontból rendkívül értékes, egyedülálló lápréti és szikes élőhelyeinek (mind Natura 2000-es élőhelyek, még ha többük nem is része a Natura 2000-es hálózatnak) vízutánpótlása Kiskunhalas térségéből származik. Ezért a Dorozsma-Majsai-homokhátság Csongrád megyére eső részének nyugati, középső és déli területeinek vízellátottságát az üde gyepek, szikes tavak fennmaradását alapvetően befolyásolja Kiskunhalas felszíni és főleg felszín alatti vizeinek állapota, azok mennyiségi és minőségi jellemzői. A városban folyó vízgazdálkodás, így valójában egy jóval nagyobb hatókörzettel rendelkezik. A Kiskunhalasi beszivárgó vizek Ruzsa környékén bukkannak először felszínre, amit először Herke (1934) tárt fel.

E regionális talajvízáramlások továbbnövelik Kiskunhalas és a tőle délkeletre fekvő térségek mezőgazdasági potenciálját, de egyben a természetes növényzetre is többféle módon hatást gyakorolnak.

Az elmúlt évtizedekben bekövetkezett talajvízszint-csökkenés Kiskunhalas környékét igen intenzíven érintette, ahol átlagosan 1-1,5 m-es talajvízszint-süllyedés történt. Ez alól csak a város belterületének közvetlen környéke jelent kivételt, ahol az „csak” 0,5-1 méter volt, ami a házi (illegális) szennyvízszikkasztásnak köszönhető. Azonban a szennyvíz-elvezető hálózat kiépítésével párhuzamosan e tevékenység csökkenést mutat, ami kedvező a talajvíz kémiai tulajdonságaira, javul annak minősége, ugyanakkor csökken annak mennyisége. Így várhatóan a jövőben a belterület környékén, késleltetve jelentősebb talajvízszint-csökkenésre lehetett számolni a beépítés növekedésével, a növekvő betonfelszínek miatt, illetve a fenti házi szennyvízszikkasztás megszűnésének eredményeként. A vizsgált terület körüli táj fő beszivárgási területein a talajvízszint-süllyedés rendkívül drasztikus mértéket mutat: az Illancson és a Bugaci-homokhátságon ennek mértéke 2-7 m is lehetett (Pálfai 1994, 1995, Liebe 2000, Rakonczai-Bódis 2001), de egyes területeken 15-20 m-es süllyedés volt (Ladányi 2011). A teljes Duna-Tisza köze területén az ezredfordulón a talajvíz-hiány megközelítette az 5 milliárd m³-t, ami Magyarország teljes éves vízfogyasztásával egyenlő (Rakonczai 2007). A Dorozsma-Majsai-homokhát Kiskunhalas környéki része az Illancs és a Bugaci-homokhát gravitációs rendszerének kiáramlási területének számít, így itt magasabb a pórusnyomás, a talajok üdébbek, magasabb a talajvízszint - bár annak éves változásai nagyobbak, noha a talajvízszint-járás több éves viszonylatban kiegyenlített -, a talajvíz ásványi sókban gazdag. A talajvíz szintje tavasszal éri el maximumát, majd nyár folyamán októberig csökken, ám novembertől ismét emelkedni kezd.

A Duna-Tisza-köze jellegzetes ionösszetételű talajvizei és azok áramlásai elengedhetetlenül fontosak a megfelelő minőségű és mennyiségű víz utánpótlásának biztosításában a szikes tavak és semlyékek élőhelyeinek számára, de egyúttal fontos a szerepük a Dorozsma-Majsai-homokhát első vízzáró rétegét képző tavi karbonátok képződésében, valamint az áramló talajvizekből kiváló mésszel cementált homokrétegek kialakulásában is, amelyek mind javítják e kistáj talajainak vízgazdálkodási tulajdonságait (még a homoktalajokét is!). A speciális ionösszetétel a jellegzetes geokémiai összetételű Ós-Duna üledékek iontartalmának - áramló talajvizek hatására történő - kioldódása révén alakul ki. A Dorozsma-Majsai-homokhát felszín alatti vizei kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátosak. E regionális talajvízáramlások szerepe a semlyékek vízutánpótlásában főleg kora nyártól növekszik meg. A nyári evapotranspiráció hatására a csökkenő vízborítású tavak, semlyékek talajvizének hőmérséklete, sókoncentrációja, pH-ja tovább nő, miközben

megbomlik a vízben oldott sók kémiai egyensúlya, a víz karbonátra túltelítetté válik, és oldott sótartalma kicsapódik, így réti dolomit, mészkő, majd szikso képződik e mélyedésekben.

E rendszer mellett azonban a szikes tavak, semlyékek és az őket övező garmadabuckamezők és lepelhomok-hátak közt egy *lokális* (néhány 10 ha-os vízgyűjtőjű) *talajvízáramlás* is kialakult. Az ezen lokális, igen kis területre, legfeljebb 1 km-es hatásterületre kiterjedő lokális talajvízáramlások mennyiségi és minőségi paraméterei is jelentős hatást gyakorolnak a környező semlyékek növényzetére. A rövid idejű, helyi csapadékhullás semlyékekbe szállításában e lokális talajvízáramlásoknak igen nagy a jelentősége, így különösen a nyári záporok, zivatarok idején nő meg jelentőségük. E talajvízáramlás mennyisége sokkal inkább a helyi csapadéktól függ. A semlyékeket övező lepelhomok-hátakon ezért a különböző mezőgazdasági kemikáliák (növényvédőszer, gyomirtók) és tápanyag-utánpótlás használatát körültekintően kell megválasztani, mert a túlzott vegyszerhasználat és a túltrágyázás a lokális talajvízáramlásokon keresztül veszélyeztetheti a felszín alatti vizek és a talaj minőségét, sőt akár a növényzet degradálódásához is vezethet. A mezőgazdasági vegyszermaradványok a talajvizekbe kerülve a semlyékek mélyedéseinek talajvizeiben akkumulálódhatnak. Nagyobb gondot jelenthet azonban a túltrágyázás, ugyanis a lokális talajvízáramlásokba kerülő tápanyagok jelentős mértékben átalakíthatják a semlyékek jellemzően tápanyagszegény – lápi (lásd kékperjés láprétek, zsombéksásosok) és szikes (lásd szikes rétek) környezethez alkalmazkodott – élőhelytípusait, azok fajkészletének jellegtelenedését, gyomfajok elszaporodását, sőt akár az élőhelyek átalakulását is elősegíthetik. A tápanyag-felhalmozódásnak fontos a szerepe a kistájon – így Kiskunhalas tágabb környékén – a semlyékek általánosan elterjedt elnadásodásában, amely a lápréti vegetáció eltűnéséhez vezet. E folyamatban azonban a tájhasználat elmaradása (nincs kaszálás, legeltetés) és a természetes geomorfológiai adottságok és a jelentősebb csapadékot szolgáltató időjárási események kölcsönhatására bekövetkező tartósabb belvizeknek is szerepe van. *A fentiek miatt a gazdálkodásnál fokozottan be kell tartani a törvényekben és a fenntartható mezőgazdasági módszereknél is előírt trágya- és növényvédőszer-mennyiségek kijuttatására vonatkozó előírásokat.*

A semlyékek körüli táj beépítettségének növekedésével, Kiskunhalas belterületének növekedésével e lokális talajvízáramlási rendszerbe egyre kevesebb víz kerül, ugyanis a betonfelületek, csatornahálózat növekedésével a víz nem helyben szikkad el, hanem elvezetésre kerül és a tájban máshol koncentrálódik. Így a beépített területek alatt a talajvízszint jelentős csökkenésnek indulhat. A kiskunhalasi Sós-tótól nyugatra lévő területek egyre nagyobb hányadú beépülésével a tó e lokális vízarámlás rendszerből való betáplálásának mértéke is egyre inkább csökken. A Járó-szék, vagy épp a Dong-ér várost metsző szakaszán ez már korábban is megkezdődött, s ennek hatása főleg az utóbbi terület növényzetében tetten is érhető. Ezért a lehető legnagyobb mértékben törekedni kell a zöldterületek megőrzésére, a családi házas-kiskertes beépítés során, a jelenleginél sűrűbb beépítés e rendszer betáplálása tekintetében gondokat okozhat. Különösen fontos lenne az, hogy a Nagy-Sós-tótól északnyugatra fekvő területek beépítettsége ne növekedjen, további beépítést, főleg a tó északi partján vagy annak közelében már ne történjen, mert e területek a tó fő utánpótlási rendszerébe, a regionális talajvízáramlási rendszer felszínre bukkanási helyén fekszenek.

4. Talajtani-élőhelyi adottságok

A fenti talajvízáramlási rendszerek alakították ki és tartják fenn Kiskunhalas, és a Dorozsma-Majsai-homokhát semlyékeinek jellegzetes élőhelymintázatát, szerepük kulcsfontosságú a lokális és tájszintű élőhelygrádiensek, zonációk kialakulásában. Persze ehhez a mélyben lévő réti dolomit és réti mészkő rétegek megléte is nélkülözhetetlen. Mivel a

természetes élőhelyek jó része a semlyékekben őrződött meg, s fordítva a semlyékek mindegyike természetes vegetációval bír, így a talajvízáramlási-rendszerek fenntartása kulcsfontosságú a biodiverzitás és az élőhelyek megőrzése végett.

A semlyékek jellegzetes *lokális talaj- és vegetációmintázat* – un. „*láprétfő-szikalj*” *mintázat* – alakul ki, amely Kiskunhalas környékén is megfigyelhető. Ez egy olyan semlyékszintű élőhely- és talajgrádiens fed, amelyben egyaránt megtalálhatók a *lápi és a szikes élőhelyek egy szélbarázdán belül*. Ez a világszinten is egyedülálló mintázat jelentős élőhely- és fajdiverzitást biztosít a semlyékek és a kistáj számára. E mintázat a táj unikalitása, sajátja, a tájföldrajzban e jelenség alapján válik egyedivé a Dorozsma-Majsai-homokhát! Eddig még hasonló működésű tájról nincs közvetlen információnk, Alexander Csibiljov (Orosz Tudományos Akadémia Földrajzi Bizottságának alelnöke, az Orenburgi Sztyeppkutató Intézet igazgatója) szerint talán az Asztrahán és Volgográd közti homokvidékek lehetnek hasonlóak, de a láprétek azért ott nincsenek jelen ilyen mennyiségben. *A láprétfő-szikalj mintázat élőhelyeinek elhelyezkedése jól korrelál a regionális talajvízáramlások irányával, de e mintázat kialakulásában fontos szerepe van az evapotranspirációnak (párolgás), illetve a felszín közeli vízzáró, félig vízzáró réti mészkő, réti dolomit, szikes iszap rétegeknek is, amelyek a talajvízáramlásokat a felszín közelében tartják.* A talajvíz a regionális talajvízáramlások irányának megfelelően először a szélbarázdák északnyugati részén a láprétfőknél jelennek meg, ahol lápi élőhelyek (itt *kékperjés rétek, magassásrétek, fűzlápok, kőrislápok* (lásd Fejetéki-mocsár)) alakulnak ki. Az áramló talajvizek ezeket az élőhelyeket még akkor is táplálják, ha a semlyékben a csapadék hullása véget ért, így annak vízegyenlegéhez késettelve járulnak hozzá a bevételi oldalon. Ez eredményezi azt, hogy a fű itt még a legaszályosabb nyarakon is zöld, ami nagy biomasza-produkciót indukál, így e gyepek kétszer (tavasszal és nyár végén vagy ősz elején) is kaszálhatók! A talajvízáramlás periodicitását vizsgálva a csapadékhullást követően egy azonnali, illetve egy késleltetett 22-23 napos csúcs mutatható ki (Margóczi-Aradi E.-Papp M. 2008). A kiterjedtebb maradékgerincek, lepel-homokhátak „extra” lokális beszivárgási zónát jelenthetnek a tőlük délkeletre lévő semlyékek láprétfőinek számára felerősítve a regionális talajvízáramlások hatását, növelve a kistáj szintű talajvízáramlás erősségét. *A lápi élőhelyek a kistáj legtöbb védett növényfajt tartalmazó élőhelytípusai, amelyek kizárólag talajvíz-utánpótlás, azaz a megfelelő erősségű talajvízáramlás esetén maradnak fenn, mivel azok hatására alakultak ki, így azok fenntartása önmagában felszíni vízutánpótlással nem lehetséges a nemzetközi tapasztalatok alapján.*

A víz a semlyékekben délkelet felé folyik tovább a felszínen vagy a felszín közelében, amelyre azonban egyre jobban hat a párolgás is, így az a *szikalj*ba érve betöményedik, a talajoldatok sókoncentrációja, pH-ja növekszik, ami a szikes élőhelyek kialakulásának kedvez. A *párologtató vízgazdálkodás* (kiadás > bevétel) a *szikaljak létrejöttében* meghatározó. A szikaljak élőhelyeit a *szikes rétek, a mézpázsitos szikfokok, vakszikek, szikes mocsarak* képviselik a vizsgált területen. A szikes hinarasok a csatornáknak fordulnak elő ritkán, de azok eutrofizálódása miatt itt legtöbbször eutróf hínár közösségek (különböző békalencse fajokkal) fordulnak csak elő.

A fenti vegetációgrádiens mentén a *talajtípusok* is változnak egy-egy semlyékben. A *lápós réti talajú* üdébb láprétfők jellegzetes élőhelyei a lápi zsombékosok, fűzlápok és kőrislápok, amelyek a Fejetéki-mocsár táji és országos szinten is egyedülálló unikalitásnak számítanak. A szárazabb, hamarabb kiszáradó *réti talajokkal* borított láprétfőkön kékperjés láprétek és kissé üdébb magassásrétek találhatóak. A szikaljra érve előbb a szikes rétek *szolonyeces réti talajai* váltják az előbbi talajtípust, majd a semlyékek délkeleti részén haladva *szoloncsák-szolonyec* talajok zárják a fenti grádiens, amelyeken mézpázsitos szikfokok, jelennek meg. Ennek megfelelően a láprétfő felől a szikaljak irányába nő a pH, az összesó-tartalom, a szódátartalom, de csökken a talajok szerves anyagtartalma. Szemcsefrakció-

vizsgálataim szerint a talajok fizikai tulajdonságai is lehetővé teszik a láprétfőknél a talajvizek feláramlását, mert ott a közép- és aprószemű homok dominál, de jelen van a durva homok is, míg a közetliszt és a kisebb szemcsefrakciók aránya a szikaljak felé nő meg.

Az egyes élőhelyek megjelenésében a **felszíni vízborítás** – azaz a belvízborítás – időtartalma, megléte vagy hiánya, periodicitása, annak éves-évtizedes változása kulcsfontosságú. *Fontos alapelv, hogy a semlyékek valamennyi természetes élőhelye igényli a tavaszi belvizeket, így azok levezetése az élőhelyek károsodását, kiszáradását, sztyeppesedését okozza. Ez a gyepek minőségét, a fű magasságát, a fűhozamot, végső soron a gazdálkodók létfeltételeit rontja. Fontos hangsúlyozni, hogy azok az idősebb gazdálkodók, akikre az elmúlt évtizedek Tsz-esítése, intenzív, „modern-technokrata” szellemű gazdálkodása nem hatott, azok ma is tisztában vannak azzal, hogy a tavaszi belvíz a jó fűhozam záloga.*

A láprétfők legüdébb élőhelyeire, a lápi zombékosokra, fűzlápokra, kőrslápokra jellemző a rendszeres és jelentős mennyiségű talajvíz-utánpótlás, termőhelyük szinte az év egészében 15-30 cm-es vízzel borított, a vízszint nem mutat jelentős ingadozásokat az év folyamán, a felszíni vízborítás legfeljebb a legforróbb nyarakon tűnik el 1-2 hónapra, de a talajvíz szintje akkor is pár cm-rel a felszín alatt van. Télen rendszeresen elöntött termőhelyek.

A *magassásréteken* szintén 15-30 cm-es felszíni vízborítás jellemző télen és tavasszal, ami folyamatosan és lassan csökken 5-10 cm-re május-júniusig. Ezt követően a talajfelszín ugyan száraz, de a talajvízszint pár cm-re megközelíti a felszínt. Ősztől újra tocsogós ez az élőhely.

A *kékperjés réteken* a tavaszi hóolvadás utáni belvizek 5-10 cm-es vízborítást produkálnak, de április-májusra általában ez folyamatosan eltűnik (párolgás, elszivárgás a szikalj felé), tehát kiszáradásuk a fenti két élőhelynél gyorsabb. Nyáron a talajvízszint 40-50 cm mélyre süllyed – a fenti élőhelyekhez képest nyáron mélyebben van, de azért még ez is felszín közeli talajvízszintet jelent. Télen nem jellemző rájuk a felszíni vízborítás, de talajfelszínük nedves.

A szikaljak élőhelyei közül a *szikes rétek* a tavaszi belvizek idején 10-25 cm-nyi felszíni vízborítással bírnak. Kiszáradásuk a tavasz folyamán megkezdődik, az folyamatos, de májusban még vizenyősek, júniusra száradnak csak ki, de a talajvíz legfeljebb csak 1-1,5 m-rel van a felszín alatt. A fenti vízdinamika a leggyakoribb tarackos tippanos típusra jellemzőbb. Ha a felszíni vízborítás tavasszal stabilabb, a kiszáradás kicsit csúszik, akkor sziki szittyós típus is megjelenik. A szikes rétek sajátos típusa a szikaljak és a maradékkerincek találkozásánál kialakuló, magasfűvű nádképző csenkeszes szikes rét, amely a szikes mélyedések peremét betemető vékony futóhomok leplen alakul ki. E szikes, ám rosszabb vízgazdálkodású termőhely hamarabb szárad ki, így április végén már szárazak. A szikes rétek termőhelyeinél a só mélyebben, a B-szintben halmozódik fel.

A felszíni sófelhalmozódással jellemezhető *mézpázsitos szikfokok* az egykori szikes tómedrek közösségei. Kiskunhalason (lásd Kis- és Nagy-Sós-tó, Járó-szék) kilúgozódásuk, kiszáradásuk jelentős (a sófelhalmozódási szint mélyebbre kerül), így helyüket egyre inkább szikes rétek váltják fel. A város környéki táj egyik legveszélyeztetettebb élőhelytípusának számítanak, amelyek kiterjedése a korábbiak töredékére csökkent, pedig régen a nyárra kiszáradó szikes tavak medrét ezek töltötték ki (lásd Kis-Sós-tó, Járó-szék). Ezen élőhely fennmaradása úgy lehetséges, hogy a termőhelyet a tavaszi hóolvadás után legfeljebb 10-15 cm-es sekély víz borítja, ami májusra fokozatosan 1-2 cm-re csökken, ám a nyár kezdetéig ez a sekély vízszint tartósan fennmarad, azaz kora nyárig e termőhely folyamatosan tocsogós. A nyár kezdetével azonban ez a pár cm-es felszíni vízborítás is eltűnik, ám a talajvíz szintje továbbra is magas marad a nyár elején, majd őszig pár dm-es, napjainkban sajnos inkább 100-120 cm-es mélységig csökken. Ez a vízháztartás jó feltételeket teremt a bepárlódásnak a sziksó felszíni kiválásához. Ezek a legjobb minőségű gyepek, értük a kun pásztorok a XIX.

században még pereskedtek is, s a mai tanyavilágban is egyre több helyen merül fel a helyi gazdálkodókban, hogy ismét ilyen gyepet szeretnének kilúgozódott, gyakran degradált, tarackbúzás szikes rétté vált gyepjük helyett.

A szikaljakon a tartósabb vízborítás a *szikes mocsarak* (*zsiókások*, *szikes nádasok*) megjelenésének, terjeszkedésének kedvez nemcsak a szikes réteken és a mézpázsitos szikfokon, hanem szélsőséges helyzetben még a láprétfőkön is. A szikes mocsarak kialakulására a szinte folyamatos felszíni vízborítás jellemző. Télen és tavasszal legalább 0,5 m-es felszíni vízborítás hatására már ilyen élőhelyek alakulhatnak ki. Tavasszal, s főleg nyáron azonban ez a vízmennyiség csökken, nyár elején azonban még tocsogóságok lehetnek, így leggyakrabban csak augusztus-szeptember hónapokra száradnak ki teljesen. A szikes mocsarakat a maximum fél méteres zsióka (*Bolboschounus maritimus*) dominálja, de a tartósabban elöntött, kevésbé szikes, magasabb szerves anyagtartalmú talajokon lévő állományban mellette a nád (*Phragmites australis*) válhat uralkodóvá.

A tápanyagok felhalmozódása (száraz ülepedés, lokális talajvízáramlásokkal a szántók felől bemosódó trágyázásból származó tápanyagok valamint a kaszálás, legeltetés elmaradása miatt) együttesen a semlyékek mélyedéseiben az átlagosnál magasabb csapadékú években összegyűlő, az átlagosnál nagyobb mennyiségű belvizek a szikes rétek, láprétek elnadásodását idézheti elő. Ez a semlyékek degradációjának tipikus, a Dorozsma-Majsai-homokháton jellemző, általánosan elterjedt, egyik legnagyobb problémája. A láprétek, szikes rétek elnadásodása kaszálással és szarvasmarha-legeltetéssel csökkenthető.

A talajvízáramlások és a felszín közeli réti mészkő, réti dolomit rétegek nemcsak a mélyedések, de a lepelhomok-hátak, maradékgerincek növényzetét is jelentősen befolyásolják, ugyanis e két tényező jelentősen megjavítja az itteni talajok vízgazdálkodási tulajdonságait. Ezért az itteni *humuszos homoktalajok* humusztartalma akár kétszeres is lehet a Homokhátság központi buckazónához (regionális beszivárgási zóna) képest. *Ez azt jelenti, hogy a hátsabb részeken is zártak a gyepok, ott homoki sztyepprétek találhatók, azaz a száraz homoki gyepok is mindig záródnak, a nyílt homokpusztagyepok hiányoznak, ami jelentős különbség a Homokhátság nyugatabbi, magasabb fekvésű, buckásabb részeihez képest. A parlagok e tájban gyomos száraz gyepeken keresztül egyből zárt homoki sztyepprétek felé regenerálódnak, amit a mérsékelt kaszálás, legeltetés jelentősen elősegít, ezzel az invazív fajok terjedése (selyemkóró, ezüstfa, akác is megakadályozható).*

A tanulmány elkészítése során részletes 1:4000-es ÁNÉR-típusú élőhelytérkép készült a területről, ami nemcsak a természetes, hanem az antropogén hatás alatt álló élőhelyeket is bemutatja. E térkép egy Natura 2000-es hatásbecslés alapjának is felfogható, mert a vizsgált területről Natura 2000-es jelölő élőhelyeket bemutató, valamint az egyes élőhelyfoltok természetességét ábrázoló Németh-Seregélyes-féle természetességi térkép is készült. Mind emellett a védett növény és állatfajokra, különös tekintettel a Natura 2000-es jelölő fajokra is történt vizsgálat. E vizsgálat alapján látható a terület jelenlegi állapota, amely a 2010-es extrém csapadékos év hatásait is magán viseli, amely a mélyebb fekvésű részeken jól modellezi a semlyékekben esetleg megvalósítandó vízvisszatartás várható hatásait a természetes élővilágra.

5. Tájéörténet

A tanulmány vizsgálja a vizsgált terület tájhasználatának, élőhelystruktúrájának változásait a XVIII. századtól napjainkig régi térképek felhasználásával.

6. Javaslatok

A tanulmány e fejezete javaslatokat fogalmaz meg a költséghatékony, fenntartható, tájszintű vízmegtartás alapelveire. Ennek keretében egy tájszintű, többlépcsős, térben és

időben az időjárási adottságokhoz dinamikusan igazodó vízpótlórendszer elemei kerülnek felvázolásra, amely a Sós-tó vízállapotának és vízszintjének megőrzésén túl a természetes élőhelyekben és védett fajokban is bővelkedő szélbarázdák élővilágának megőrzését, a fenntartható gazdálkodást (legelőgazdálkodás, szántóföldi kultúrák öntözővíz igénye) valamint a belvízvédelmet is egyaránt figyelembe veszi, integráltan kezeli. Ennek keretében a Dong-ér medrében, a Sós-tó és a Dong-ér közti csatornában, a Kis-Sós-tó semlyékén valamint a Járó-széken megvalósítható vízvisszatartás lehetőségeire koncentrálna a tanulmány. Ennek során a javaslatokat fogalmaz meg a medergeometriára, a vízgazdálkodáshoz kapcsolódó műtárgyak (tiltok, zsilipek) elhelyezésére, a pótolandó gátszakaszokra. A tanulmány kitér a tisztított szennyvizek talajvíz-utánpótlásban betölthető esetleges szerepére is.

A Nagy-Sós-tó vízszint-megőrzése és a vízminőség javítása szempontjából a következő javaslatokat érdemes figyelembe venni. Ezt egy többlépcsős, több elemet, alternatívát tartalmazó rendszerben lehetne megvalósítani, amelyek egyes elemei is alkalmasak a vízszint részbeli befolyásolására, de ennek mértéke különböző. A rendszer együtt működne a leghatékonyabban.

- A Nagy-Sós-tó jelenlegi medencéje dél felé korábban kiterjedtebb volt, a jelenlegi vízteret azonban a semlyék déli részén lévő gát a korábbi meder $\frac{3}{4}$ -ére szűkítette le. E nélkül kétségtelenül a vízszint aszályos években való csökkenése még nagyobb lenne, hiszen a tó vize még nagyobb területen terülne szét. Azonban egy ponton a Nagy-Sós-tót övező gát déli részén egy rés van, amelyen nagyvizek idején szivárog a környező rétekre (a régi tómeder gáton kívüli része) a víz, így a tó vízmegtartása csapadékosabb időszakokban kontrolálatlan, veszteséget szenved. *E rés betömítésére mindenképp szükség lenne.*

- A tó egy északnyugat-délkeleti talajvízáramlási rendszerben található. A tó vegetációján (lásd rekettyefüzesek a tó északi részén) világosan látszik, hogy a feláramló, a tóba északnyugat felől érkező talajvizeknek a helyi csapadék mellett legalább 50%-ban szerepük van a vízutánpótlásban. *Ezért e vízutánpótlás a beszivárgás lehetőségének biztosítása mellett továbbra is fontos. Ezért a tó északi partja valamint a tőle északnyugatra lévő területek beépítése tovább már nem növelhető, ott mezőgazdasági funkciót kell fenntartani.* A tó állandóbb vízszintje a múltban épp e talajvíz-feláramlásoknak volt köszönhető, a kiszáradása ezért ritkábban is fordult elő. A Nagy-Sós-tó, így nem volt klasszikus nyárra kiszáradó szikes tó (szemben a Kiskunság többi tavával), a medencéjének északnyugati része mindig is lápi jellegű volt, csak a délkeleti része volt szikesebb.

- *A Dong-ér és a mellékcsatornák vízminősége jelenleg nem alkalmas a felszíni vízutánpótlás megvalósítására a kémiai paraméterek miatt. A laktanyánál jelentős nehézfém-szennyeződés tapasztalható, ami a Dong-érbe is bekerült részben a talajvízáramlásokkal. Méréseim alapján aggodalmat keltően magas a víz arzén-tartalma. A Dong-ér és a Nagy-Sós-tó közti csatorna mellett ipari létesítmények találhatóak, amelyek ugyan a szennyvízhálózatra vannak kötve, de korábban volt innen kijutó szennyeződés, sőt havária helyzetben ez a jövőben sem kizárható. Ráadásul a felszíni vízutánpótlás történetileg sem létezett soha, a tó és a semlyékek mindig csak a csapadék és a talajvizek segítségével pótlódtak, felszíni hozzáfolyás soha sem volt, a Dong-ér medre is csak egy mesterséges csatorna. A tó természetes élőhelyei és a környező szélbarázdák szikes gyeppei is a felszín alatti vízutánpótláshoz adaptálódtak.*

- *A vízminőségi problémák, tájtörténeti okok, a természeti rendszerek természetes működésének fenntartása miatt passzív vízvisszatartási módszerek javasoltak, amelyek a talajvízszint-emelését célozzák meg és nem a direkt felszíni vízutánpótlást. A talajvízszint emelése egyrészt történhet az északnyugati beáramlási területen a betáplálás növelésével, vagy pedig a tótól délkeletre lévő területeken az eláramlás mértékének csökkentésével, az áramlás megfordításával. A cél ez utóbbi esetben úgymond ellennyomó-medencék kialakítása a délkeleti talajvíz-eláramlási területeknél, ami a Tisza menti árvízi védekezésből is ismert. Sőt a környéken a Kunfehértón, az ottani üdülőterületnél is ennek segítségével valósul meg a*

szikes tó egy részén a nyílt vízfelszín biztosítása. Kunfehér-tó környékén a környező tájban olyan mértékű volt a talajvízszint süllyedése, hogy egész tómedencét kitöltő nyílt vízfelszín napjainkban már nem valósítható meg, ami természetvédelmi és idegenforgalmi szempontból sem előnyös, ugyanis e település idegenforgalmi vonzóerejét jelentősen csökkentené az, ha a nyílt vízfelszínű részek – még ha azt mesterséges módon is kell fenntartani – nem maradnának fenn.

- *A tótól délkeletre lévő területek felé a felszín alatt eláramlik a tó vize. Az attól délre lévő két belvizes mélyedés (többek közt a Kis-Sós-tó) azonban alkalmas lehet ezen vízeláramlás csökkentésére, ha e mélyedések vízzel teltek. A vízzel teli mélyedések nyomást gyakorolnak a talajvízre is, így a délkelti irányú áramlás lassul, de a lepelhomok-hátak alatt visszaáramlás is lehetséges. Fokozottan igénybe kellene venni a tómedence délkeleti peremén lévő, a tómederből kimaradt egykori medence részeket is persze úgy, hogy az a vasút töltését ne veszélyeztesse. A talajvíz segítségével, a közlekedőedény-elv alapján a tó vízszintje egyensúlyban tartható. A Nagy-Sós-tótól délkeletre fekvő mélyedések élőhelyei alkalmasak erre a feladatra, különösen a Kis-Sós-tó, amelyet főleg szikes mocsarak, részben szikes rétek töltenek ki. A 2010-2011-es években e medence – ami szintén egykor szikes tó volt, ez volt az igazi szikes tó! – vízzel telített volt (10-20 cm), ami elég volt ahhoz, hogy a 2011-es csökkenő csapadék mellett a tó vizét megfelelően magasan tartsa. A két medence egymással összefüggésben áll, feltöltésével a Nagy-Sós-tó vízszintje is emelhető, ráadásul ezzel szikes tó rekonstrukció valósítható meg, ami a terület természetvédelmi értékét növeli (lásd parti és gázlómadarak megtelepedése, költsége). E tározófunkció nem zárja ki a terület kaszálását, legeltetését, ami a nyár végi, őszi, téli időszakra koncentrálódhatna. A Dong-ér vízminőségének javulásával felszíni vízzel is feltölthető a jövőben e medence. A Kis-Sós-tó medencéjében a 2011-es évben nem volt tájhasználat, korábban kaszálták azt, kivéve a délebbi, vályogvető-gödrökkel tagolt részeket, amelyek akár egybe nyitással szintén fontos víztározó kapacitások. E medence mérete elegendően nagy ahhoz, hogy hidrodinamikai egyensúly alakuljon ki közte és a Nagy-Sós-tó közt. A Kis-Sós-tó és a Dong-ér közti felszíni vízi kommunikációhoz zsilip vagy bukó építése is szükséges.*

- *A Nagy-Sós-tó és a Dong-ér közti csatorna lejtési viszonyai és eredeti funkciója alapján a víz elvezetését, és nem annak tárolását szolgálja. Szerencsére a csatorna nem kapcsolódik közvetlenül a tóhoz, nem vezeti direktben le annak felszíni vizét, de alulról a talajvízszintet süllyeszti. E csatorna ráadásul a tó és a Dong-ér közti gyepek kiszáradását, kilúgozódását is fokozza. E csatornát érdemes lenne ellenesésűvé alakítani, medrét, s akár a környező szikes gyepeket is víztározásra felhasználni. Direkt kapcsolat létesítése a tóval azonban nem javasolt. Itt elsősorban a mederszintű csatornában történő víztározásra kellene koncentrálni, a környező gyepekre a vizet nem feltétlen kellene kiengedni a vizet, de ez is lehetséges. A csatorna szintű tárolás prioritás, a környező gyepek csak járulékos tározóként jöhetnek szóba a Kis-Sós-tó mellett méretük miatt, de azok is alkalmasak a hidrológiai egyensúly befolyásolására. A mélyedések beépítése, feltöltése – mint ahogy arra voltak tervek – elkerülendő, mert e területek amúgy is belvizesek, ráadásul a víztározás szempontjából kulcsfontosságúak. E csatorna és a Dong-ér találkozási pontjánál a cigányok rendszeresen ellopják a műtárgy fémtartozékait, amely a jövőbeli fenntartható üzemeltetés szempontjából is probléma lehet. A mellékcsatorna és a Dong-ér közt jelenleg szabadon áramlik a víz, a vízáramlás iránya azonban döntően – a csatorna esésviszonyai miatt – a Dong-érbe tart. Így a fenti mellékcsatorna folyamatosan veszti a vizet, depressziós tölcserít hoz létre a környező semlyékekben a talajvízszint süllyesztése által. Mivel a tóból kiáramló délkeleti vízáramlás szintjét is süllyeszti ez a vízkiáramlás, így indirekt módon a Nagy-Sós-tó vízszint süllyedéséhez is hozzájárul. A mellékcsatorna becsatlakozásánál szabályozható műtárgyat kell elhelyezni (amennyire lehet lopásbiztos anyagból), amellyel a vízszint szabályozhatóvá válik, s a mellékcsatornában a lehető leghosszabb ideig a csatorna tetőszintjét megközelítő*

vízvisszatartás valósítható meg. Ez a környező gyepek – különösen a mézpázsitos szikfokok – szempontjából is előnyös lenne, előnyösebb, mintha e gyepeken felszíni vizet tárolnánk. A szabályozhatóság a környező tanyak, telephelyek miatt fontos, ugyanis rendkívül csapadékos években a csatorna vízszintjének csökkentése válhat prioritássá, ugyanakkor szárazabb években a Dong-érből való vízutánpótlása lenne szükséges. Lopás esetén a homokzsákos megoldás is ideiglenesen elképzelhető. Bukó, fenékküszöb kiépítése is szükséges lehet, amely által egy bizonyos vízmennyiség mindig rendelkezésre állhat a csatornában (ezt talán nehezebben lopják el).

- A Dong-ér 53-as út és Járószéki-zsilip közti szakaszán a *csatorna talpszintjének legalább 0,5 m-es emelése* szükséges lehet, mert a csatorna különösen a vasút környéki szakaszon túlmélyített. Ha ez nem is valósul meg, *ennél nagyobb prioritás lenne a fenti szakaszon a vízszintet a csatorna pereméig megemelni, s a lehető legtovább e vízszintet megtartani.* Erre azért lenne szükség, mert a Dong-ér a Nagy-Sós-tóból illetve a tőle délre lévő két szikes tómedencében lévő talajvizek végső megcsapolója, lokális erózióbázisa, azaz a talajvízszint süllyesztésében jelentős szerepet tölt be. A csatorna süllyesztí a regionális talajvízáramlások szintjét, süllyesztí a talajvízszintet a Kis-Sós-tóban és a tőle nyugatra lévő semlyékben, így indirekt módon kis mértékben rásegít a Nagy-Sós-tó vizének csökkentéséhez is. Ha viszont a vízszintet tartósan a tetőszint közelében tudjuk tartani, akkor a folyamatok az ellenkezőjére fordulnak, a Dong-értől északra lévő szikes gyepekkel borított mélyedéseken is emelkedik a vízszint (ez a sómegtartás és a gyepek vízháztartása miatt is fontos), s indirekt módon a Nagy-Sós-tóban sem csökken jelentősen a nyári időszakban tovább a vízszint. Ezzel a módszerrel az eltűnő mézpázsitos szikfokok aránya is növelhető a Dong-ér és a Nagy-Sós-tó közti mélyedésekben, ugyanis azok épp a magas talajvízszintet, de az elárasztás nyári hiányát kedvelik. E napjainkra iKiskunhalason is megfogyatkozott gyepek területe így növelhető lenne (magas cukortartalmú füvek, nagyon jó tápértékkel, a juhok kimondottan szeretik). A Dong-érben való vízszintemelést rásegít, de nem feltétlen nélkülözi a tőle északabbra lévő vizenyős mélyedésekben való víz megtartást, az ottani víz megtartás hatékonyságát növeli. A vízszint emelésekor a város felőli oldalon a kőburkolat megerősítése szükséges, a putri felőli oldalon azonban a csatorna partfalának teljesen földmedrűnek kell lennie (a meglévő borítás is elbontható) azért, hogy a talajvíz kommunikációja a Dong-ér és a tőle északra lévő szélbarázdák közt megvalósulhasson. Ez az átfiltrálás a Dong-érbe jutó szennyezőanyag-tartalmat is csökkentheti a semlyékek és a Dong-ér közti talajok pufferkapacitása által, így az ellennyomó-medencét képző szikes mélyedések nem kapnának direktbe szennyezőanyagot (főleg nehézfémeket). A putri háton van, így ott a talajvízszint-emelés nem fog gondot jelenteni.

- A nagyobb csapadéku évek (lásd 2010) azonban vészesen megnövelhetik a Dong-érben lévő víz mennyiségét, így árvízvédelmi gondokat okozhatnak. *Ezért a Dong-érben való vízvisszatartás nagyon fontos eleme a Járó-széki véstározó befejezése, amely rendkívül magas csapadéku években tatalék- és véstározóként is funkcionálhat aktívan csökkentve ekkor az esetlegesen magasra emelkedő Dong-ér vizét. A Járó-szék keleti részén egy körgáttal félig elkészült a tározó, de a déli oldalán a gát hiányzik, ott magassági hiány van, s a töltés is az északnyugati csücskénél át van törve. Így egy egységes gát kialakítása lenne szükséges. A tározó helyén nádas van, ami jól tűri, sőt igényli is a rendszeres felszíni elárasztást. Szárazabb években vagy időszakokban a jelenleg is ott folyó nádgazdálkodás költséi időszakon kívül továbbfolytatható. Egyenlőre nem indokolt a tározótérbe a Járó-szék nyugati medencéjének bevonása, de a rendszeresebb víztározással a talajvízszint ott is megfog emelkedni, ami az itteni szikes rétek, mocsarak, mézpázsitos szikfokok fennmaradását elősegíti. Ettől függetlenül az egész medence felhasználható – a Járó-szék Dong-értől északra lévő részmedencéjével együtt – vízvisszatartási célokra, de e területeknek nyárra célszerű kiszáradnia, ott a gyepek művelési ág fenntartandó. Ettől függetlenül villámárvizek, rendkívül*

csapadékos évek esetén a Dong-érből víz e területekre is kivezethető, de csak akkor, ha a jelenleg félkész tározótér kapacitása elérte maximumát. Ekkor a talajvízszint e területeken amúgy is növekedni fog. Ez viszont veszélyt jelenthet a Járó-szék nyugati szélén futó vasút töltésére, így ha a tározótéren kívüli víztározás rendszeresebbé válna, akkor a vasút mellé, a gyepek szélére egy alacsony nyúlgát (védtöltés) is építhető. A Járó-szék már távolabb van a Nagy-Sós-tótól, az ottani víztározás már csak mérsékelten képes a vízszintet szabályozni, ellennyomást kifejteni, ám kétségtelen, hogy a Nagy-Sós-tóból távozó talajvizek kiáramlási zónájának fő nyomvonalában van, így hatása nem elhanyagolható, de nem is túl jelentős.

- A vasúttól keletre a Nagy-Sós-tó és a Dong-ér közt, a Nagy-Sós-tó folytatásaként szintén található két potenciális tározótér, amit a Nagy-Sós-tó déli oldalán elhaladó betonút metsz ketté. E szikes rétekekkel és mocsarakkal kitöltött mélyedések a vasút megépítése előtt a Nagy-Sós-tó szikaljai voltak, a szikes tóhoz kapcsolódtak, összekötőkapcsok voltak a Nagy-Sós-tó és a Járó-szék közt, azok ezekkel egységes vízáramlási rendszert alkottak. A délebbi medencében 2010-2011-ben jelentős nyílt vízfelszín volt, az hatékonyan csökkentette a talajvizek délkelet felé való elszivárgását, s így a Nagy-Sós-tó vízszintjének nyári csökkenését. Ráadásul e mélyedések igen közel helyezkednek el a Nagy-Sós-tóhoz, így vízmegtartásban betöltött szerepük jelentősebb lehet a Járó-székhez képest.

- A fenti két víztérből csövekkel, szivattyúkkal a víz akár a Nagy-Sós-tóba is ereszthető, ugyanis az itteni víz kémiai paraméterei már igencsak hasonlítanak a célvíztérhez, az esetlegesen a Dong-érből bejutó káros anyagok itt már kiülepedhetnek, amelyeket kaszálással el kell távolítani. E széna takarmányozásra azonban nem használható fel, ha van bizonyított nehézfém-kiülepedés, de biomassza-erőműben elégethető. A Dong-ér vízterének kémiai paraméterei, a korábbi és a jövőben potenciálisan lehetséges szennyeződések miatt a Dong-ér és a víztározásra javasolt semlyékek vízterének, talajának, iszapjának rendszeresebb kémiai vizsgálata (tápanyagokra, nehézfémekre) a jövőben nagyobb gyakorisággal lesz szükséges.

- A Járó-széki zsilip meglete kulcsfontosságú az egész vízmegtartó-rendszer működtetése szempontjából. A zsilipnek a lehető leghosszabb ideig, különösen a téli, kora tavaszi időszakban, valamint a Medárd-napi esők idején, de a nyári aszályos időszakban is zárva kell lennie. Ha a Dong-érben villámárvizek lépnének fel, akkor először a Dong-ér és a Nagy-Sós-tó közti csatornába, másod sorban a Járó-széki vésztározóba vagy a Kis-Sós-tóba kell beengedni a vizet, s ha már ezek kapacitása sem elég, akkor lehet felnyitni a zsilipet. Abban a kevéssé valószínű esetben, ha már ez sem lenne elég, akkor a Járó-szék többi részére is kiengedhető a víz. Csapadékosabb nyarakon azonban a víztér átmozgatása, az eutrofizáció, a kéalgásodás és a botulizmus-járvány kialakulásának elkerülése végett az 53-as út és a zsilip közötti szakaszt friss vízzel érdemes feltölteni, a vizet átmozgatni akár a zsilip részleges megnyitásával.

- A Nagy-Sós-tó nyugati partján az 53-as út árka felől a tóba direkt árkos bevezetés van. Ez a közúti szennyeződésből adódó káros anyagokat egy-egy csapadékosabb időszak után direktben a tómederbe moshatja, amelyek ott akkumulálódhatnak, a tó vízminőségének romlásához vezethetnek. Különösen a nehézfém-felhalmozódás lehet veszélyes, ami a halakra, így a horgászturizmusra is veszélyt jelenthet. Haváriahelyzet esetén, ha egy veszélyes anyagot szállító teherautó felborul a szennyeződés ez által direkt a tóba juthat. E direkt bevezetés mindenképp megszüntetendő. A tóba ezen kívül csapadékvíz-bevezetés is van. Ebbe szintén kerülhetnek lakossági eredetű szennyezőanyagok, amelyek a tóba jutva szintén káros hatást fejthetnek ki. A direkt bejutást az árokban, csatornában való szikkasztásnak kellene megelőznie, s csak a maradék, valamelyest tisztább feleslege víz kerülhet a tóba e fenti két rendszerből, így egy kisebb (pár cm-es) bukó építése is javasolt lehet.

- A parkerdőben a talajvizet elérő további tölétesítés nem kívánatos, az erdőművelés során a meglévő árkokat folyamatosan meg kellene szüntetni.

- *A tó kotrása nem indokolt, mélyítése beláthatatlan káros következményekkel járhat. A kotrással, mélyítéssel a vízzáró szikes iszap, mészszipap és réti mészkő rétegek megsérülhetnek, így a felszíni vizek a mélybe távozhatnak, így a tó vize lesüllyedhet. A korábbi kotrásokkal, mélyítésekkel így sem zárható ki, hogy ezek a rétegek részben sérülhettek. A kotrással, mélyítéssel még nagyobb mennyiségű vizet kellene pótolni az amúgy is szűkös és fogyatkozó készletekből.*

- Érdemes megjegyezni, hogy a tó eredeti állapotban feltehetően sokkal sekélyebb volt, így a természetes vízutánpótlás az élővilág számára elegendő mennyiségű vizet szolgáltatott. A tó féli részének rendszeres kiszáradása az elmúlt évszázadokban egyes rendkívül aszályos években teljesen természetes volt, ehhez az élővilág alkalmazkodott is (vakszikek, mézpázsitos szikfokok gyakoribbak voltak akkor itt a lilékkal, gulipánokkal, gólyatöcsökkel együtt). A jóléti funkció erősödésével (horgászat, fürdés) azonban a tó állandóbb és a korábnál magasabb vízszintjének tartása került előtérbe. ***Megjegyzendő, hogy az alföldi tavak mindegyikénél (különösen a szikes tavaknál) jellemző a nyári vízszint-süllyedés, amit a párologtató vízgazdálkodás indokol. E tavak legalább szemisztatikus (vízszintjük nyáron rendszeresen lesüllyed, akár rendszeresen kiszáradnak), de gyakran asztatikus tavak (rendszeretlenül, teljes kiszáradás léphet fel). A Nagy-Sós-tó inkább a szemisztatikus típusba tartozik, de a tőle délre lévő mélyedések (pl. Járó-szék, Kis-Sós-tó) már korábban is asztatikus tavak voltak. A szemisztatikus jelleg, az északnyugat felől érkező talajvízáramlások meglétének köszönhető, ami folyamatosan – még a száraz, nyári időszak alatt is – vízzel táplálja a tavat kiegészítve jelentősen a helyben hulló csapadékot. Ezért a Nagy-Sós-tó vízutánpótlásának fenntartása e regionális talajvízáramlási rendszer fennmaradásán, az abban lévő víz mennyiségének és minőségének biztosításán áll vagy bukik.***

- A precíz monitoringhoz egy *hitelesített vízmérce létesítése* elengedhetetlen a Nagy-Sós-tón, amelyen az értékek leolvasását legalább havi rendszerességgel az arra kijelölt személynek el kell végezni, az adatokat pedig pontosan dokumentálni kell digitális formában is. Ennek hiánya e tanulmány elkészítését is nehezítette, hiszen hiába voltak évtizedekre visszamenő csapadék- és talajvízadatok, a tóról ezek nem álltak rendelkezésre, így ezen előbbi adatokból, indirekt módon lehetett csak következtetni a tó vízszintváltozásaira, amely azért pontatlanságokat rejt. Automata mérő elhelyezése is javasolható.

- A Járószéki-zsilipnél van ugyan vízmérce, de nincs rendszeres adatgyűjtés. Itt a vízmegtartás hatékonyságának, a villámárvizekre való reakció gyorsításához nélkülözhetetlen lenne *a fenntartó által egy digitális vízszint-mérő elhelyezése*, amely akár vezeték nélküli kapcsolattal is képes lenne a gátór számítógépével vagy vevőegységével kommunikálni. Ez rögzítene, s a gátór munkáját is segítené a precíz döntéshozatal meghozásában.

- A fenti passzív vízutánpótlási-vízmegtartási módok viszonylag olcsón kivitelezhetők, hosszabb távon fenntarthatók, gazdaságosan üzemeltethetők, de a klímaváltozás kapcsán elképzelhető, hogy mindez nem lesz elég. *A megváltoztatott vízrendszerben először a vízmegtartásra kell koncentrálni, a fentiekben vázoltak alapján, majd az összegyűjtött tapasztalatokat legalább 10 év után értékelni, s ha nem hozták meg a kívánt eredményt, csak akkor aktív vízpótláson gondolkodni. A fenti passzív vízmegtartási módok egyike sem okoz irreverzibilis változást a természetben, az élőhelyekben vagy épp a gazdálkodásban.*

- *Az aktív vízutánpótlási formák közül a tisztított szennyvíz talajvízbe táplálása a pirtói határban, a Nagy-Sós-tótól északnyugatra tűnik az egyik lehetséges megoldásnak. Itt viszont folyamatos vízminőség-ellenőrzésre, rendkívül magasfokú tisztításra, s legalább 2-5 km-es hatótávolságra van szükség (talajok pufferkapacitása révén javulhat a víz minősége). A házi szennyvízszikkasztás megszűnésével a város környékén is felléphet a talajvízszint süllyedésének problémája, amit e módszer ellensúlyozhatna.*

- A mélyfúrású rétegvízutakból történő vízutánpótlás szintén megoldás lehet, ám ez drága (lásd kútfúrás, szivattyú üzemeltetése), s a rétegvíz és a talajvíz e tájban egymással kapcsolatban áll, így a rétegvíz-kitermelés a talajvízszint süllyedéséhez is vezethet. Így részletes hidrogeológiai, földtani vizsgálatok, háromdimenziós modellezés is szükséges e kérdés tisztázásához. A rétegvízutak fúrásával a vízzáró rétegen rés keletkezhet, ami szintén előidézhet talajvízszint-süllyedést, így a hely megválasztása igen fontos. A rétegvízutak lehetőleg ne essen teljesen egybe a tót tápláló északnyugat-délkeleti regionális talajvízáramlással, hanem lehetőleg e talajvízáramlási zóna szélén helyezkedjen el úgy, hogy a betáplálás lehetséges legyen, de a két rendszer ne teljesen fedjen át. A rétegvizekkel magasabb sótartalmú (Na-tartalmú) vizek is a talajvízáramlásba juthatnak, ami nem feltétlen baj, mert ez a tó részben szikes tó. A sziksótartalom növekedése azonban a tó északnyugati részén lévő lápi jellegű élőhelyeket veszélyeztetheti, sőt a környező szántók termőképességét is ronthatja, a tavat övező fák pusztulásához is vezethet szélsőséges esetben. Magasabb sótartalmú rétegvíz így csak közvetlenül a tó déli-délkeleti részén vezethető be (akár a strandnál). A túl magas sótartalom azonban nem kívánatos, a Na-tartalom ez esetben nem haladhatja meg a szikes tavakra jellemző értékeket. *A talajvízutakból történő vízutánpótlás egyáltalán nem javasolt, mert az a talajvíz az adott helyről fog hiányozni – akár a Nagy-Sóstó környezetéből – s így az ottani semlyékek, szikes tavak degradálódhatnak. A talajvízzel ráadásul a kommunális és mezőgazdasági eredetű vegyszerek tóba kerülésének valószínűsége is megnő, ami vízminőségi problémákhoz vezethet.* Ez a horgászok és a fürdőzők számára is káros.

- A Dong-ér várost nyugatról övező szakaszán számos felhagyott, nádassal borított vályogvető gödör található. Ezek a ma is nyílt vízfelszínnel rendelkező a kórház melletti mesterséges tavakkal és a volt laktanyától északkeletre lévő halastavakkal együtt jelentős tartalék vízbázisként szolgálhatnak. Így e vizekben is érdemes lehet vízvisszatartást végrehajtani, amely szintén jelentősen hozzájárul e táj magasabb talajvízszintjének megőrzéséhez, így a Nagy-Sóstó tágabb környezetében is biztosítják a megfelelő vízszinthez szükséges talajvízszintet. *A kemping melletti vályogvetőgödrök vízvisszatartásba való bevonása javasolt. E vizek akár később a Nagy-Sóstó passzív vízutánpótlási rendszereibe is bejuttathatók, de jelenleg ebben a laktanya okozta nehézfém-szennyeződés komoly gátat jelent.* Ugyanis e vizek csak a Dong-ér segítségével lennének eljuttathatók a fenti célterületre, de közben a laktanya felől érkező talajvízáramlásokból e felszíni vizekbe nehézfémek kerülhetnek. *Ezért is rendkívül fontos a laktanya területének mihamarabbi kármentesítése.* A kommunális vagy mezőgazdasági eredetű szennyezés esélye a Dong-ér mentén bizonyos mértékig fennáll, a direkt vízpótlás ezért sem javasolt e vizekből.

- A Fejetéki-mocsár nincs közvetlen összeköttetéssel a Nagy-Sóstó és a környező semlyékek, szikes tavak vízrendszerével, de az abból kiáramló talajvizek a Dong-érbe jutnak. E természetvédelmi terület a Kiskunhalas környéki lápvilág utolsó maradványa, fű- és kőrislápjai egyedülállóak országos szinten is. Kén-hidrogénes lápi vízéhez e társulások igen jól alkalmazkodtak. A lapp kiszáradása probléma lehet, így az abból délre kiinduló árok eltömítése igen fontos e terület fennmaradása szempontjából. A vízvisszatartás szintén emeli a környező tájban a talajvízszintet, ami a klimatikus és antropogén hatásokat jelentősen ellensúlyozhatja.