

2 3216

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FÖLDRAJZTUDOMÁNYI KUTATÓ INTÉZET

Szovjet földrajz

23.

И. Т. АТАШОВА
ВЕЩЕВНИИ
КОМПЬЮТЕР

**A FOLYÓVIZEK ÁTIRÁNYÍTÁSÁNAK TERVEI ÉS
VÁRHATÓ TERMÉSZETI KÖRNYEZETI HATÁSAI
A SZOVJETUNIÓBAN**

BUDAPEST

1982

SZOVJET FÖLDRAJZ

23. sz.

/FÖLDRAJZI DOKUMENTÁCIÓ 6./

A folyóvizek átirányításának tervei és várható
természeti környezeti hatásai a Szovjetunióban

Összeállította: Dr. Lovász György

Fordította: Kis Éva

AKADÉMIAI
FÖLDRAJZI
KÖNYVTÁR

Budapest

1982

I S S N 0 2 0 9 - 6 8 0 3 Földr. dok.

I S S N 0 2 3 0 - 3 2 7 2 Szovjet földr.

ELŐSZÓ

A Szovjet Földrajz legújabb száma az Össz-szövetségi Földrajzi Társaság 1980-ban Frunzében tartott kongresszusán, a címben jelzett témakörben elhangzott fontosabb előadásokat tartalmazza. A Szovjetunióban azt tervezik, hogy az ezredforduló táján néhány, a ma még a Jeges-tengerbe tartó folyamok vízkészletének egy részét mesterségesen dél felé terelik. A tanulmányok jelentős része az ennek következtében várhatóan megváltozó természeti környezeti viszonyok prognosztizálásával is foglalkozik. Az anyag tehát a konstruktív földrajzi kutatások egyik tipikus példája. Ezeknek bemutatása volt egyik célunk az előadások közreadásakor. Ugy gondoltuk ezenkívül, hogy helyes, ha lehetőséget adunk a hazai szakembereknek arra, hogy az említett grandiózus terv tudományunkat érintő részkérdéseivel is megismerkedjenek.

A fordítás, melyet Kis Éva földrajztanár végzett, informatív jellegű. Tekintettel a téma sokszínűségére igyekeztünk az előadások rendkívüli információbőségét megőrizni. A szöveghű fordításon éppen ezért alig változtattunk. Ennek következtében a mondatok általában nehézkesek, bonyolultak, nem a magyar irodalmi stílust tükrözik.

Dr. Lovász György

TARTALOM

oldal

Elősző /Dr. Lovász György/

| | |
|---|----|
| GERASIMOV, I.P.: A vízfolyások földrajzi övezetek közötti átkapcsolásával kapcsolatos geográfiai előrejelzések | 1 |
| DROZDOV, O.A. - GRIGORJEVA, A.Sz. - DUBOV, A.Sz. - SZOROCSAN, O.G. - UTYINA, Z.M.: A klímaviszonyok és az atmoszférában végbemenő vízkörforgás megváltozása a vízkészletek újrafelosztásának hatására | 10 |
| SZOKOLOV, A.A. - SIKLOMANOV, I.A. - NYEZSIHOVSZKIJ, R.A. - MARKOVA, O.L.: A vízkészletek földrajzi övezetek közötti átcsoportosításának hidrológiai aspektusai | 20 |
| ZENYIN, A.A. - LEBEGYEVA, E.M.: A felszíni vizek minőségi változásainak előrejelzése a vízfolyások átírányításának körzeteiben | 42 |
| LVOVICS, M.I. - KORONKIJEVICS, N.I.: A vízkészletek területi újrafelosztásának hatása a Szovjetunió európai területe természeti viszonyaira | 55 |

A VIZFOLYÁSOK FÖLDRAJZI ÖVEZETEK KÖZÖTTI ÁTTERELÉSÉVEL KAPCSOLATOS GEOGRÁFIAI ELŐREJELZÉSEK

I. P. Geraszimov

A vízkészletek racionális felhasználásának problémái országunkban hosszú multra tekint. Megoldásuk során jelentős tudományos és gyakorlati eredmények születtek. A vízfolyás-átterelések rendkívül komoly behatást gyakorolnak az általuk érintett területek természeti viszonyaira és gazdaságára. Ezek jellegének és fokának előrejelzése, a vízátterelés negatív következményeinek kiküszöbölésére vagy gyengítésére és a kedvező hatások erősítésére irányuló intézkedések meghatározásaira, továbbá a vízkészletek átirányítása optimális változatainak kiválasztására vonatkozó ajánlások kidolgozása jelentős mértékben a geográfia, konstruktív-átalakító irányzatának feladata. A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Geográfiai Intézete és az ország többi geográfiai intézménye mostanáig már igen gazdag tapasztalatokra tett szert a geográfiai előrejelzések terén. Ezeket a tapasztalatokat az utóbbi években megsokszorozta az, hogy a geográfusok résztvettek számos hidrotechnikai létesítmény megvalósításában az ország európai területén, Nyugat-Szibériában, Kazahsztánban és Közép-Ázsiában. Ezek a tapasztalatok meghatározó szerepet játszottak némelyik létesítmény sorsában. Helyes pl. emlékeztetni arra, hogy a kedvezőtlen geográfiai előrejelzések szolgáltak alapul az Ob ill. a Volga alsó folyásainál építendő vízierőművek tervének elvetéséhez. Éppen a geográfiai előrejelzés mutatott rá arra, hogy az Ob alsó folyásánál megengedhetetlen a duzzasztómű építése. Az előrejelzés figyelmeztetése szerint bármilyen itt létrehozott vízduzzasztás katasztrófális következményekkel járna a Nyugat-Szibériai síkság általános vízrendszerére, tovább erősítené elmocsarasodását, amely most is akadályozza e terület meghódítását. Ezzel együtt viszont, ugyanennek a geográfiai előrejelzésnek megfelelően, az Ob, az Irtis és mellékfolyóik vízfolyásának szabályozására azok vízgyűjtő területeinek hegyi szakaszain - kedvezően befolyásolja Nyugat-Szibéria vízrendszerét és természeti viszonyait.

Az idejében felállított geográfiai előrejelzés rámutatott, hogy a Volga alsó folyásán építendő vízierőmű létrehozása a legkedvezőtlenebb módon befolyásolná a Volga és a Kaszpi-tenger halgazdaságait. Ezért itt is úgy határoztak, hogy a hidrotechnikai építkezésnek más műszaki változatait dolgozzák ki. Jelenleg ezek kapcsolódnak az európai területen végzendő, nagymértékű vízfolyás-átterelési tervekhez.

A felhalmozott tapasztalatok azt mutatják, hogy a nagy hidrotechnikai intézkedések következményeire vonatkozó geográfiai előrejelzésekben mindenekelőtt a természeti környezetben bekövetkező változások komplexumát kell előrelátni és minden szempontból figyelembe kell venni azt az előtervek és a tervek kidolgozásakor. Ugyanakkor a várható következmények komplexumát figyelem előtt tartva, rendkívül fontos az előrejelzés fő szem-

pontjait is kiemelni. Például kétségtelenül ilyen szempont Nyugat-Szibériára vonatkozó geográfiai előrejelzésekben a térség elmocsarasodásának változása. Még egy fontos követelmény, hogy a geográfiai előrejelzéseknek nem szabad passzívnak lennie. Magában kell foglalnia az irányítás elemeit, sugallnia kell a természeti környezetre gyakorolandó hatás formáinak, a vízátterelés utvonalaiknak leginkább elfogadható változatait, a kellemtelen következmények tompítására irányuló intézkedéseket.

Az eddig elmondottak teljes mértékben vonatkoznak az ország európai és ázsiai területén tervezett nagyléptékű, földrajzi övezetek közötti vizujrafelosztásra. A tervekre vonatkozó geográfiai előrejelzések kidolgozását az alábbi vázlat szerint végezzük:

1. A terület természeti-gazdasági potenciálja az átirányítandó vízfolyás felhasználásának övezetében;
2. Az ország déli területének folyamrendszereit összekapcsoló víztározók jelenlegi és majdani helyzete;
3. A vízkészletek kivételezésének potenciális lehetőségei északon a délre történő átterelés céljából;
4. A vízfolyás átterelésének lehetséges céljai;
5. Az átterelés terveinek alternatív változatai.

A terület természeti-gazdasági potenciálja az átirányítandó vízfolyás felhasználásának övezetében

Mindenekelőtt elemezni kell a jelenlegi helyzetben és a belátható perspektívában az övezet területein a fő vízfelhasználók /közös gazdaságok, ipar, öntözéses földművelés/ vízhasználatának egyensúlyát - figyelembevéve a helyi vízkészletek gyarapodásának összes lehetőségét csakugy, mint a felhasználásuk hatékonyságára vonatkozó összes intézkedést is /vízartalékolást, a vízkészletek minőségi kimerülésének megelőzését/. Az ország déli részének számos körzetében a fő vízfelhasználó jelenleg az öntözéses földművelés. A vízkészletek felhasználásában szerepének a jövőben még nagyobbra kell emelkedni. Ezért különösen fontos a déli területek földkészleteinek értékelése, öntözési alapjuk, állapotuk, jelenlegi és perspektivikus biológiai termelékenységük tanulmányozása az öntözés viszonyai között és anélkül.

A geográfiai előrejelzés ezzel kapcsolatos kardinális kérdése a talaj-állapot öntözés hatására bekövetkező dinamikájának elemzése, a szikesedés kifejlődését megelőző intézkedések összeállítása. Ez a kérdés szorosan kapcsolódik az öntözött területek optimális felhasználási strukturájának meghatározásához és az öntözés ill. elárasztás módozatainak kiválasztásához.

A Szovjetunió európai területén külön meg kell vizsgálni a föld- és vízkészletek ill. racionális mezőgazdasági hasznosításukhoz vezető utakat:

1. a feketeföld-övezetben;
2. a barna-, a szürkésbarna félsivatagos és a szolonyeces /szikes/ talaju övezetekben.

Elsődleges figyelmet érdemel a rizstermelés fejlesztésének kérdése a Kubányi medencében az alluviális /hordalékos/ és más talajokon; a gabonafélék és más kulturák termesztése a sztavropoli feketeföldeken, valamint a Volgán tuli terület és a Kaszpi-tenger menti alföld barna talaján és szikes földjein. Végül fontos értékelni a Volga-Ural-csatornára alapuló öntözés fejlesztési lehetőségeit. Kétségtelenül jelentős perspektívái vannak az állattenyésztésnek is az európai terület dél-keleti részén. Elemezni kell az ehhez szükséges takarmány- és vízkészletek /ezen belül a biztonsági vízkészletekét az árasztásos öntözésre alapozva/ biztosításának lehetőségeit.

Nyugat-Szibéria déli részén és Kazahsztánban legnagyobb jelentőségű az aszályok megelőzése a szűzföld-területeken, és ezzel kapcsolatban annak értékelése, hogy milyen igények merülnek fel az öntözés fejlesztésére vonatkozóan, többek között a feketeföldeken és a szikes területeken. Itt és a Szovjetunió európai területének déli részein aktuális a legésszerűbb öntözési mód meghatározása. A vizsgált körzetben különösen nagy lehetőségei vannak a legeltető állattartásnak a vízszükséglet teljes mértékű biztosítása és a takarmánybázis kiszélesítése alapján, elsősorban az árasztásos öntözésre támaszkodva. Felettből fontos a körzet gyorsan fejlődő iparának, és a városok ill. települések vízzel való ellátása is. A geográfiai előrejelzés ide vonatkozó részének kidolgozásakor az Irtis-Karaganda-csatorna hasznosításának tapasztalatait kell tanulmányozni és alkalmazni.

Közép-Ázsia sikságain feltétlenül az öntözés lesz a legnagyobb vízfelhasználó. Ezért itt a geográfiai előrejelzés kidolgozásakor különösen aktuálisak az öntözésre alkalmas földek értékelésével, az öntözött földek másodlagos elszikesedésének mértékével és megelőzési módszereivel kapcsolatos kérdések. Természetesen szükség van az ipar, az állattenyésztés, a közös gazdaságok és más gazdasági ágazatok vízszükségleteinek tanulmányozására is. Közép-Ázsiában különösen fontos a helyi vízkészletek minden tartalékának feltárására, többek között úgy, hogy a hegyekben a folyókat víztározókkal szabályozzák, befolyásolják a hó- és jégtömegeket, a vízfolyásokat területileg ujrafelsoztják, felhasználják a földalatti édes ill. sótalanított vizeket. Külön jelentőségű a Karakum-csatorna hasznosítási tapasztalatának és a természeti környezetre gyakorolt hatásának tanulmányozása.

Az ország déli területének folyamrendszereit összekapcsoló víztározók jelenlegi és majdani helyzete

Ez esetben az ország déli részének nagy víztárolóiról van szó. Jelenlegi és jövőbeni állapotuk sokban meghatározza a vízfolyások medencék közti átterelése egészének szükségességét, határidejét és mértékét. Mint ismeretes, jelenleg számos ilyen medence állapota már nem kielégítő, és jól megállapíthatók a további kedvezőtlen tendenciák. Az Azovi-tenger a csökkenő édesvízi befolyás miatt egyre sósabbá válik. Már jelentős mértékben elvesztette korábbi magas szintű biológiai termelékenységét.

Ugyanilyen okból csökken a Kaszpi-tenger szintje. Jelenleg -29 m abszolút magasságu, vagyis alacsonyabb, mint ami szükséges a tengeri ökológiai rendszerek optimális működésének megőrzéséhez. A Volga folyamszabályozása csökkentette a Volga-Ahtubini árterület biológiai termelékenységét. Különösen kedvezőtlen a helyzet az Aral-tónál, amelynek szintje az utolsó két évtized alatt több mint 6 méterrel csökkent. Az Amu-Darja és különösen a Szir-Darja deltavidékén fenyegetők az ember által végzett pusztítás folyamatai. Számos kellemetlen következménnyel járnak a természet, a gazdaság és a helyi lakosság számára.

A geográfiai előrejelzések kidolgozásakor célszerűnek tűni, hogy az ország déli részének folyamrendszerait összekötő és a vízfolyások átterelésének zónájába első víztározók állapotát a következő terv alapján vizsgáljuk meg:

Az Azovi-tenger, a Don ill. a Kubány folyók deltái. A természeti viszonyok jellemzése a századfordulóra. A tenger és a folyamdelták jelenlegi állapota és az azokat meghatározó tényezők. Az Azovi-tenger vízcseréje a Fekete-tengerrel és dinamikája. Az Azovi-tenger vízmérlege és vizének ásványosodása és vizének ásványosodása dinamikájában, a század második felében. A halgazdaság veszteségei, viszonyítva a század első feléhez. A Don és a Kubány deltáinak természeti-gazdasági potenciálja és jelenlegi felhasználásuk. A hidrológiai viszonyok dinamikája a század második felében; meghatározó feltételei: folyamszabályozás, vízhasználat stb. Az Azovi-tenger, a Don és a Kubány deltáinak jövőbeni állapotára vonatkozó előrejelzések a Kerceseni hidroközpont építésének és a víz-, ill. sőgyensúly szabályozására hozandó intézkedéseknek eredményeként. Népgazdasági következmények.

Volga-Ahtuba. Természeti jellemzők a század elején, természeti-gazdasági potenciál és felhasználási formái. Az Asztraháni természetvédelmi terület és jelentősége. A Volga szabályozása és más okok miatt a hidrológiai feltételekben bekövetkezett változások. E változások által az övezet természetére gyakorolt hatás /mindenekelőtt a növény- és állatvilágra/. A természeti viszonyok változása a halgazdaság szempontjából. A volgai vízosztó és más intézkedések a hidrológiai viszonyok szabályozásához, hatékonyságuk /különösen a halgazdaság fejlesztésének szempontjából/. A századfordulóra várható állapot előrejelzése a vízfolyás fokozása /áttérelés útján/ nélkül. A hal- és mezőgazdaság termelékenységére.

A Kaszpi-tenger. Természeti jellemzők századunk elején. Vízmérleg. A vízgyűjtés dinamikája. A századunk során bekövetkezett vízszint-ingadozások okai és törvényszerűségei. A vízmérleg változása és a vízszint-ingadozásokkal fennálló kapcsolata; általános tendenciák. Új szárazföldi részek kialakulása a tengerparton, ezek természeti jellemzői. A szint csökkenésének hatása a népgazdaságra. A folyóvizek változó befolyásának hatása a halak ivási feltételeire és a halgazdaságra. A Kaszpi-tenger vízmérlegén, szintjének, gazdasági rendszerének állapotára vonatkozó előrejelzés a századfordulóig /változatok, eze belül

figyelembe véve a Kara-Bogaz-Gol és az Észak-Kelet-Kaszpi egy részének leszakadása/. Következmények a népgazdaság számára.

Aral-tó, a Szir-Darja és az Amu-Darja deltái. Természeti jellemzők századunk elején. Az Aral vízmérlege, vízszintje és vizének hordalékosodása; ezek változásai századunk folyamán. A halászat feltételeinek romlása és veszteségei. Új szárazföldi részek kialakulása és természetük. A sófelhalmozódás és a ső deflációja. Az Aral-mellék ember okozta elsvivatagosodása. Kedvezőtlen változások a Szir-Darja és az Amu-darja deltáinak természeti viszonyaiban és gazdaságában. Az Aral vízmérlegére, szintjére, vizének hordalékosodására, az Aral-mellék természeti viszonyaira és gazdaságának állapotára vonatkozó előrejelzés a jövő század elejéig a folyóvíz-készlet növelése nélkül /figyelembe véve a vízmérleg és a sótartalom célszerű célszerű szabályozására vonatkozó intézkedéseket/. A víz körforgásának megváltozása a Közép-Ázsiai körzetben és a szomszédos területeken. Népgazdasági és társadalmi következmények.

A vízkészletek kivételezésének potenciális lehetőségei északon a délre történő áttérelés céljából

Az ország északi körzeteiben tapasztalható túlzott csapadékos-ság teremti meg annak potenciális lehetőségét, hogy a folyóvizek egy részét elvonjuk. Az ilyen elvonásnak mértékét és módszereit sokoldalúan tanulmányoznunk kell. Egyáltalán nem kívánatos pl., hogy a mocsaras körzetekben jelentős elárasztásokat, ill. területek feláztatását idézzük elő a vízátirányítás utvonalán létesítendő víztározók által. Ezért, ha lehetőség van arra, hogy közvetlenül a folyók medréből, vagy meglévő tavakból vegyünk ki a vizet, ennek elsőbbséget kell biztosítani. Előre kell látnunk azokat a kompenzációs eszközöket, amelyek a halgazdaságok, az erdő- és mezőgazdaság számára teremtenek meg. Ugyanakkor nem szabad figyelmen kívül hagyni azt, hogy az északi körzetből történő vízelvonás kedvező következményekkel is járhat. Így pl. az Ob vízhozamának csökkentése és a folyó középső és alsó folyásánál betorkolló mellékfolyókon lévő duzzasztók szint-csökkenése fontos ahhoz, hogy a csatlakozó területeken a tapasztalható tulnedvesedés gyengüljön; elősegítheti ezek kiszáradását, ill. a talajjavítás megkezdését. Az Onyegán és az Izsm-en megteremtendő hatalmas vízrendszer létrehozása fontos impulzusként szolgálna ahhoz, hogy a két folyó partján meglévő ipari egységek fejlődjenek stb.

Nagyon fontos az a kérdés, hogy milyen minőségű a víz a kiemelés körzetében. Megengedhetetlen a koszos víz átirányítása. A vízmennyiség egy részének kivétele megnehezíti az északi folyók öntisztulási folyamatait is, melyek amúgy is lassu folyásuak, összehasonlítva a déli folyókkal. Következésképpen az északról történő vízterelés csak azzal a feltétellel valósulhat meg, ha megfelelő intézkedéseket hozunk ahhoz, hogy ne következhesen be a vízkészletek minőségi kimerülése a vízkivétel körzeteiben.

Természetesen nem hagyhatjuk számitáson kívül a vízfolyások tervezett kivételének távolabbi következményeit sem, pl. az északi-

tenger jegesedésével kapcsolatos változások lehetőségét és az ezzel kapcsolatos klímaváltozásokat.

A lehetséges vízkivétel körzeteire vonatkozó geográfiai előrejelzések közé felveendő alapvető kérdések a következők.

A Szovjetunió európai területe északi része. A vízkészletek jelenlegi és jövőbeni állapota. A víz minősége. A vízátervezetés utvonalainak fő variánsai. A vízkivétel megengedhető mértéke. A vízkivétel és továbbítás különböző variánsai esetében bekövetkező természeti változások előrejelzése, ezen belül figyelembevéve a természetre és az élő környezetre gyakorolt kedvezőtlen hatások megakadályozására és csökkentésére irányuló intézkedéseket. Az Északi-tenger jegesedésével kapcsolatos változások előrejelzése. Az egyes körzetek /medencék/ és észak-északi részének területén bekövetkező gazdasági változások, elsősorban a halászat, az erdőgazdaság és a mezőgazdaság szempontjából. Társadalmi-gazdasági következmények.

Nyugat-Szibéria. Az Ob-Irtis vízkészlete, jelenlegi és jövőbeni állapota. A folyam szabályozásának jelene és perspektívája. A vízminőség. Az Ob folyásának szerepe az északi tengerek jegesedésében. A halászat jelenlegi természeti feltételei. Anyugat-szibériai síkság jelenlegi elmosarasodottságának jellemzése, okai, dinamikája. A terület talajjavításának perspektívái és alapvető problémái. A folyámhálózat hidrológiai kapcsolatai a mocsaras területekkel. A vízfolyás kivételének és továbbításának alapvető változatai. A vízfolyás kivételére és továbbítására vonatkozó különböző változatok hatásának előrejelzése az Ob és az Irtis folyóvölgyének hidrológiai rendjére és a folyóközi mocsárképződés folyamataira. A természeti feltételek változásainak előrejelzése /változatok/. Az északi tengerek jegesedésében bekövetkező változások előrejelzése a szibériai folyók vízmennyisége egy részének kivétele következtében. Következmények a halászatra, a közlekedésre, az erdőgazdaságra. A Jenyiszej folyóból történő vízátterelés lehetősége. A Jenyiszej medencéjének vízkészletével kapcsolatos felhasználási perspektívák. A folyamszabályozás jelene és perspektívája. A vízkészlet egy részének kivételéből eredő következmények előrejelzése.

A vízfolyás /észak-dél irányu/ átterelésének lehetséges céljai /a geográfiai előrejelzések fényében/

A geográfiai előrejelzések összeállítására irányuló munkának ez a része feltételezi annak megvizsgálását, hogy milyen lehetséges utak kínálkoznak az átirányításra kerülő vizek felhasználása terén; milyen fő előnyök ill. hátrányok származnak a vízellátás ilyen vagy olyan céljának eléréséből, figyelembevéve azokat a munkákat, melyeket az előző fejezetekben megjelöltek alapján el kell végezni.

A Szovjetunió európai területei

1. A lakosság és az ipar vízzel történő ellátása a Szovjetunió területének déli részén, továbbá a víz védelmére irányuló intézkedések. A vizátirányítás szükséges mértéke és optimális utvonala.
2. Az Azovi-tenger vízmérlegének átalakulása és sótartalmának csökkenése abból a célból, hogy a halászat és a gazdaságszámára helyreállítsuk ill. fokozzuk a tenger hatékonyságát. A vizirányítás szükséges mértéke, figyelembevéve a különböző hidrotechnikai létesítményeket. Népgazdasági hatékonyság.
3. A Volga-Ahtuba hidrológiai adottságainak szabályozása a mezőgazdaság /kertészet, zöldségtermesztés, állattenyésztés/, a halászat és más gazdasági ágazatok optimális fejlesztéséhez szükséges feltételek megteremtésének céljából. A Volga vize felhasználásának szükséges mértéke, hidrotechnikai intézkedések. Népgazdasági hatékonyság.
4. Az öntözéses földművelés fejlesztése és az állattenyésztés vízzel történő ellátása a Kaukázus északi részén, a Volgán tuli és a Kaszpi-tenger melletti területeken. A Volgából történő vízszolgáltatás utvonala és mértékére vonatkozó változatok. Hatása a természeti körülményekre. Népgazdasági hatékonyság.
5. A Kaszpi-tenger szintjének stabilizálása vagy emelése. A Volgán történő víztovábbítás szükséges mértéke /figyelembevéve a Volga-Ahtuba és más szükségletek érdekeit is/.

A középső körzet

1. Az ipari vízszükséglet biztosítása Kazahsztánban, figyelembevéve a helyi vízkészletek felhasználási lehetőségeit is. Szükségletek /jelenleg és perspektívában/, a vizirányítás mértéke és utvonalai /változatok/.
2. Az aszályos mezőgazdasági területek csapadékellátottságának növelése a Nyugat-Szibéria, Kazahsztán déli területének szűföldjein és az öntözéses földművelés helyi bázisain. A vízfolyás átirányításának szükségletei, volumene, módszerei és utvonalai, figyelembevéve a helyi vízkészletek felhasználási lehetőségeit, a vizátirányítás által a természeti körülményekre gyakorolt hatást.
3. A legeltető állattartás vízszükségletének biztosítása Kazahsztánban. A földalatti ill. ideiglenes felszíni vizek felhasználása. A vízfolyás átirányításának szükségletei, volumene, módszerei, utvonalai.
4. Az Aral-tó szintjének és hordalékosodásának befolyásolása. A vízi élővilág és a tápláléklánc átalakulása. Az Amu-Darja és a Szir-Darja deltái elárasztásának szabályozása. A vízfolyamátterelés lehetséges volumenei /változatok/.

5. Közép-Ázsia síkságai ipari és fogyasztási, valamint az öntözéses földművelés és az állattenyésztés vízszükségleteinek kielégítése. A földek másodlagos elszikesedésének megelőzése. A csapadékelvezető és talajviztelenítő hálózat megszerzése és az elvezetés mértéke. A vízfolyásátvezetések szükségletei, mértékei, módszerei és utvonalai, figyelembe véve a természeti körülményekre és a gazdaságra gyakorolt hatásokat.

Az átterelés /észak-déli irányu, földrajzi övezetek közötti/ terveinek alternatív változatai

A geográfiai előrejelzésekre vonatkozó cikkünk utolsó fejezetében a figyelmet a vízfolyások részleges átterelésének alternatív variánsaira, ezek kiválasztási elveire fordítjuk. Ezeknek a változatoknak biztosítaniuk kell az állam szempontjából legmagasabbnak bizonyuló hatásfokot. Ezzel kapcsolatban figyelembe kell venni a következőket: az ország északi és déli részeinek érdekeit, és azokat a korlátokat, amelyeket az egyes természeti objektumok ill. a társadalmi-gazdasági következmények határoznak meg; a lehetséges vízfolyásátterelések utvonalaán meglévő természeti viszonyok részletes elemzésének eredményeit; mindenek előtt azt is, hogy jelentős vízkészleteket veszíthetünk földfalu csatornák falán keresztül történő elszívárgás útján, továbbá a vizek sóssá válásával, valamint a természeti környezet olyan kedvezőtlen változásai által, amelyek a vízátterelés utvonalaának környezetében mehetnek végbe; ehátrányok megelőzésére vagy gyengítésére teendő intézkedéseket; a vizgzádkódás maximális intenzifikálásának lehetőségeit; az átterelés fent említett céljainak lehető leghatékonyabb összehangolását.

Ezek után meg kell vizsgálnunk azt, hogy a Szovjetunió európai területén és Nyugat- Szibériában a vízfolyások kivételének melyek a lehetséges mértékei, optimális módszerei, a vizelterelés és az átterelés lehetséges helyei, melynek során eleget kell tennünk annak a feltételnek, hogy az egyes körzetekben kiküszöböljük vagy a minimálisra csökkentsük a természeti környezet negatív változásait. Az ország európai területének déli részén az alábbi lehetséges alternatív változatokat tudjuk felsorolni az átirányítandó vízkészletek felhasználására vonatkozóan: az öntözéses mezőgazdaság /ezen belül rizstermelés/ maximális mértékű fejlesztése a Don és a Kubány folyó medencéiben, melynek során az Azovi-tenger elhordalékosodott víztározóvá válnék, vagy az Azovi-tenger vízmérlegét helyreállítanánk az öntözéses mezőgazdaság fejlődésének korlátozása mellett; a Kaszpi-tenger szintjének stabilizálása /emelése/, melynek során létrehozhatjuk az optimális feltételeket a Volga-Ahtuba körzetben és a Kaszpi tenger északi részén a mezőgazdaság és a halászat fejlesztéséhez; Volgán tuli területek öntözéses mezőgazdaságának maximális fejlesztése és a Kászpi tenger melléki állattenyésztés vízszükségletének teljes mértékű kielégítése, melynek során viszont csak csökkentett mértékben, korlátozottan lehet további vízfolyásokat irányítani az Azóvi és a Kaszpi tengerekbe stb.

A Szovjetunió ázsiai területére vonatkozóan többek között az alábbi alternatív változatokat vizsgálhatjuk meg: a csapadékhianyjal küszködő mezőgazdaság teljes folyadékszükségletének biztosítása Nyugat-Szibéria déli részén és Kazahsztán északi részén, Kazahsztán középső részén és magában Kazahsztánban a legeltetési állattenyésztés, ill. az ipar vízszükségletének teljeskörű biztosítása, ami azzal jár, hogy Közép-Ázsiába csökkentett mértékben lehet irányítani további vízfolyásokat; az Arali víztározó megmaradt részének megőrzése a sólepároló, sógyűjtő, és a rekreációs funkciók megtartása mellett és ugyanakkor az Amu-Darja és a Szir-Darja minimálisan szükséges elárasztása a sivatagosodás ellen vívott harc érdekében; az öntözött földek területének bővítése Közép-Ázsia síkságjain a minimálistól egészen a maximális mértékig, felhasználva azoknak az átirányítandó, ill. csapadék-, lecsapolásos vizeknek egy részét, amelyek az Aral vízzel történő ellátását biztosítanák.

E probléma sokoldalú tudományos-műszaki kidolgozása, amely tartalmazná a vízfolyások részleges észak-déli irányu áttérelésére vonatkozó alternatív változatok valamelyikének tudományos megalapozását is, csak abban az esetben végezhető el, ha a geográfiai előrejelzések az előtervek és a tervanyagok elválaszthatatlan részévé válnának.

A KLIMAVISZONYOK ÉS AZ ATMOSZFÉRÁBAN VÉGBEMENŐ VIZKÖR-
FORGÁS MEGVÁLTOZÁSA A VIZKÉSZLETEK UJRAFELOSZTÁSÁNAK HATÁSÁRA

O.A. Drozdov - A.Sz. Grigorjeva - A.Sz. Dubov - O.G. Szorocsan
- Z.M. Utyina

A vízkészletek földrajzi övezetek közötti újrafelosztása által a meteorológiai, a klimaviszonyokra és az atmoszférában végbe-
menő vízkörforgásra gyakorolt hatás különféleképpen jelentke-
zik a vízfolyás átirányításának függvényében.

Az érintett felszíni terület meteorológiai viszonyainak és hő-
háztartásának változása a vízfolyások átirányításának hatására

Az érintett területek klimájában hőháztartásában bekövetkező
változásokat előidéző fő tényezők a következők.

A vízfolyás kivételének körzetében:

- új víztározók létrehozása és a már meglévők méreteinek meg-
változtatása;
- a nagy területű mocsarak vízmérlegének megváltozása;
- az arktikus tengerek jegesedésének lehetséges változása az
édesvízi befolyások csökkenésének hatására

A víz továbbításának körzetében

- víztározók és csatornák létrehozása

Az átirányított vízfolyás felhasználási övezetében

- az öntözött földterület nagyságának növekedés.

A vízkivétel körzetében a víztározók létrehozása a helyi klíma
megváltozását okozza, amelynek mértéke függ a víztározók jel-
lemzőitől. Az irodalomjegyzékben 20. számmal szereplő munkában
kifejtett elmélet alapján végrehajtott számítások megmutatták,
hogy pl. Nyugat-Szibéria körzetében a víztározók parti terüle-
tein a levegő hőmérséklete 2^o-kal emelkedhet októberben, és u-
gyanezzel a nagyságrenddel csökkenhet júniusban, amennyiben egy
2300 km² felszínű és 20 m mélységű víztározóról van szó. Ennek
a víztározónak a hatása a parttól 10 km távolságig érezteti ha-
tását.

A meteorológiai viszonyok jelentős változására viszont nem le-
het számítani Nyugat-Szibéria elmozdított területén, mivel
a mocsarak alapvetően felszíni jellegűek és vízmérlegük gyakor-
latilag nem függ a folyó és talajvizek szintjétől, hanem a csa-
padékvizonyoktól.¹⁶ A csapadékváltozás, amint azt a követke-
zőkben bemutatjuk, csekély lesz. Ily módon az Ob kevésbé hat a
mocsarak vízi és termikus viszonyaira. A meteorológiai viszo-
nyok változása akkor következhet be, ha nagy területek további
száritásos módszerrel történő melirációja valósul meg. Így pl.
Nyugat-Szibéria elmozdított területein a talaj felső szint-
jének kiszáritása a levegő hőmérsékletének emelkedését fokozná

az alsó légrétegekben júliusban 2^o-ig, páratartamának csökkenését pedig 2 mb-ig.

A rendelkezésre álló adatok szerint a vízátlevezetés első szakaszában az Ob folyó melegfolyásának csökkenése éves szinten összesen 0,5% lesz az Ob Belogorjetől Szalehardig terjedő vízgyűjtő területének radiációs egyensúlyához viszonyítva. A második szakaszban, amikor 60 km³ vizet emelünk ki egy évben, ez a mérték 1,2%-ra emelkedhet. Májustól októberig a változás kb. kétszer kevesebb lesz. Ezért a 25 és 60 km³ mennyiségű éves vízkivétel nem hoz magával jelentős változásokat az Ob folyó torkolatvidékéhez tartozó szárazföldi területek meteorológiai viszonyaiban. A jégtakaró változása csupán az Obi öböl déli részén valószínű.

Az atmoszféra cirkulációs viszonyainak elemzése arra a feltételezésre ad okot, hogy az Ob északi körzetének és a Kaszpi-tengernek a vidékén jelentéktelen hőmérsékleti változás mellett az atmoszféra körforgásának jellege és intenzitása nem változik.

A Hidrológiai és a Geográfiai Intézetben végzett kutatások azt mutatják, hogy a Szovjetunió európai területének északi folyóiból történő vízkivétel alapján véve mikroklimatikus változásokat okoz a meteorológiai viszonyokban és jelentéktelen változásokra vezet az atmoszférában végbemenő vízkörforgás folyamataiban.

Ily módon a meteorológiai és radiációs viszonyok lehetséges változásai a vízkivétel zónájában, vagyis az Ob torkolatvidékén és a Szovjetunió európai területén lévő északi folyók torkolatvidékein, alapvetően az érintett felszíni területek változásaitól függnének és mikroklimatikus jellegűek lesznek. A vízmennyiség 25-60 km³/évvel történő csökkenése nem vezet a vízkörforgásban észrevehető változásokra.

A vízfolyás átirányítandó részének továbbítására szolgáló körzetben a meteorológiai viszonyok változásai lokális jellegűek lesznek, melyek leginkább észrevehetően a megépítendő víztározók környékén jelentkeznek. Így pl. a Nyizsnyeminbulakszi víztározó létrehozásával kapcsolatban a levegő napi középhőmérsékletének maximális változása májusban történik és a talajtól 2 m magasságban 2^o-ra tehető. A levegő páratartalmának maximális megváltozása ugyanezen a magasságon augusztusban eléri a 4 mb-t. A víztározók hatásának kiterjedési körzete nem mulja felül a 20 km-es távolságot.

A Tegizi víztároló hatására a hőmérsékletben és a levegő páratartalmában hasonló változások mennek majd végbe.

Az átirányított vízfolyás felhasználási körzetében a meteorológiai viszonyok változásai a környező aszályos területek vagy sívatagok viszonyaihoz képest sokkal jelentősebbek lesznek. Ezek a változások mikrojellegűek lehetnek a létrehozandó víztározók körzeteiben ill. az öntözött területeken; vagy közepes léptékűek a nagyobb, sőt óriási az öntözött területeken. 4., 21.

Ezek a változások hatást gyakorolhatnak az atmoszféra cirkulációs folyamatainak jellegére is, minthogy az intenzív kipárolgás arra vezethet, hogy a troposzféra teljes vastagságában megváltozzon a hőmérséklet és a levegő páratartalma.

A hőegyensúlyt alkotó tényezők mikroléptékű változásai megjelenhetnek:

- a párolgáshoz szükséges hőveszteség fokozódásában /legszárazabb körülmények között júliusban ez több mint 10 kcal/cm^2 havonta;
- a turbulens hőcsere előjelének felcserélődésében az érintett felszíni területek és az atmoszféra között;
- a radiációs egyensúly jelentős megnövekedésében;^{20.}

A hőmérséklet leginkább nagy mértékű csökkenése és a páratartalom legnagyobb mérvű emelkedése az öntözött területeken júliusban megy végbe és $0,25 \text{ m}$ magasságban elérheti a 4° -ot ill. a 6 mb-t . A Szovjetunió európai területein, ahol az öntözött területek északabbra találhatók, ezek a változások valamivel kisebbek lesznek.^{5., 18.}

A levegő hőmérsékletének csökkenése miatt a vegetációs időszak termikus tartalékai csökkenni fognak a gyapot különböző fajtái esetében. A gyapotkultúra vegetációs időszakával kapcsolatban szükséges hőmennyiség biztosításának változására vonatkozó számítások az öntözéssel kapcsolatban megmutatták, hogy a 10° -nál magasabb hőmérsékletű levegő hőösszege 2 m-es magasságon a Kara-Kum középső és délkeleti vidékén 480° -kal csökken; a Kopet-Daga előhegyeiben, a Murkabi és a Tadzsiki oázisokban $300-350^\circ$ -kal; Türkmenia délnyugati részén 270° -kal; a Kaszpi-tenger partvidékén 100° -kal.^{18.}

A 10° -nál magasabb hőmérsékletű levegő hőösszege Kazahsztánban a májustól szeptemberig terjedő időszakban csökken: a Kazilordini területen 400° -kal, a Kusztanáni területen 200° -kal. Kazahsztán északi területén a juniustól augusztusig terjedő időszakban a 10° -nál magasabb hőmérsékletű levegő hőösszegének csökkenése 50° . Hasonló nagyságrendet lehet várni a Volga középső partvidékein. Nagy területek öntözése során ennek arra kell vezetnie pl., hogy Türkmenia déli részén a gyapotnövény különböző fajtáinak hőigényéhez meghuzott határ délre tolódik egy-két szélességi fokkal /összehasonlítva a jelenlegi feltételekkel/.^{17.}

Egyrészt a víz takarékos felhasználásának is, másrészt pedig abból a megfontolásból is, hogy fűfélék fehérjetartalmában lehetséges csökkenés várható abban az esetben, ha az öntözött területeken a veteményeket túlóntözik, az ilyen jellegű növényi kultúrák számára a minimálisan szükséges vízmennyiség hozzáadását kell terveznünk.

Az Aral-tó medencéjében meglévő öntözött területek növelése és az ezzel kapcsolatos kipárolgás növekedése a troposzféra teljes vastagságának termikus viszonyaira is kihatással lehet. A termikus egyensúly negatív irányú megváltozásai ugyanakkor a

távolsággal jelentős mértékben csökkennek.¹⁴ Ily módon az atmoszférikus cirkuláció feltételeinek jelentős változásához nemcsak az Ob melegfolyásának csökkenése elégtelen, hanem még jelentősebb tényező sem válthatja ki, nevezetesen az atmoszféra termikus egyensúlyának megváltozása sem, amely az öntözött területek növekedésének hatására megy végbe.⁶

Az atmoszférában végbemenő vízkörforgás és a klimatikus viszonyok megváltozása a vízfolyások részleges átirányítása során

A vízkészletek felosztása a vízváltató északi és déli részek között nem vezet jelentős változásokra a vízkörforgás elemeinél. Az öntözött területekről ill. az öntözéses rendszerekről kipárolgó vízmennyiség növekedése alapvetően az év meleg időszakában következik be, amikor a középső körzet déli részén az atmoszférikus körforgás /száraz évszakokban a többi körzetben is/ nem kedvez a csapadék-hullásnak.

A száraz években /mint pl. 1972 és 1975 volt/ a többi évhez képest kb. kétszeresére növekszik az a vízpára, amely a Szovjetunió európai területének déli részéről északnyugatra és a középső körzetből délkeletre megy át. /Ugyanakkor csökken a szélrózsa más irányába történő pára-továbbítás./

Jelentéktelen mennyiségű csapadék hull majd a középső körzet középső részén, annak a nedvességnek hatására, amely a Szovjetunió európai területének déli részén megvalósuló öntözésből eredően párolog el. A csapadéknak ez a növekedése gyakorlatilag nem ha ki a folyók vízhozamára, különösképpen nem nyáron.

Az öntözött területekről történő párolgás növekedésével kapcsolatos további csapadéknövekedés a Szovjetunió európai területén és a középső körzetben 1 km^3 lesz, ami csupán 1% -a a fő folyók összesített vízhozamának. A csapadék viszonylagos növekedése a hegyekben ugyanolyan mértékű lesz mint a sík vidékeken, bár abszolút mértékben ez nagyobb lesz, tekintettel a hegyekben hulló csapadék össz mennyiségének növekedésére.

A vízfolyások részleges átirányításának hatására a klimatikus viszonyokban bekövetkező lehetséges változásokat azon empirikus kölcsönkapcsolatok és függőségek alapján lehet értékelni, amelyek az arktikus medence termikus viszonyainak és a Szovjetunió európai területén és a középső körzetekben meglévő természeti zónák csapadékvizszonyainak jellemzői között vannak.

A vízfolyások részleges átirányításának eredményeként nem igen megalapozott valamiféle jelentős változást várni a jegesedési folyamatoknál. Nem kizárható az sem, hogy a folyók torkolat előtti részein kis lehülés következik be, míg a párttól távolabbi részek melegebbek lesznek, mivel megnövekszik sőtartalmuk a befolyó víz csökkenése miatt; valamint a keveredés fokozódásával kapcsolatban, ami megnehezíti a tengerek befagyását.

További tanulmányozást igényel az a kérdés, hogy miként hat az arktikus medence termikus egyensúlyának megváltozása a délebbre

fekvő szélességi körök csapadékellátottságára. Ki kell hangsúlyoznunk, hogy a vízfolyások átirányításának hatására bekövetkező nem jelentős klimaváltozásokkal kapcsolatos előzetes elképzelések nem zárják ki annak szükségességét, hogy a tervezett intézkedések rendszerét klimatológiai szempontból is megalapozzák.

A klíma megváltozása a természetes és antropogén tényezők hatására

A vízfolyások átirányítása az egyes évek változó időjárási viszonyai között valósul meg, amikor természetes módon ingadoznak és globálisan változnak a klímaviszonyok, melyeket az ember esetleg nem szándékosan idéz elő gazdasági tevékenységének során. A klimatikus háttér megkönnyítheti vagy bonyolultabbá teheti az átirányítandó víz racionális felhasználását. Jelenleg már számos olyan munka létezik, amely a klíma természetes ingadozásának strukturáját kutatja különböző léptékekben, ezer éves kimutatásoktól az utóbbi néhány év változásait tükröző munkákig 1., 7-13., 16., 21-22. Ennek kapcsán néha, attól függően, hogy milyen előfeltételekből indultak ki, különböző javaslatokat tesznek a jövő klímájára vonatkozóan. Ugyanakkor úgy a szovjet, mint a külföldi tudósok többsége azt a véleményt osztja, hogy az elkövetkező 10 évben a klímában melegedés várható, amely csekély mértékben fokozódhat a nem szándékos antropogén beavatkozásokkal. 1-2., 6., 10-11.

Az 1500-2000 évre és néhány száz évre vonatkozó ciklikus változások adatai szerint, amelyek alapján meg lehet ítélni a klíma természetes változásait, a következő 2-3 évszázadban szárazabb és melegebb időszakok lesznek, mint a jelenlegi évszázadban. 7, 23.

A klíma természetes változásainak elemzése az utóbbi 60-100 évre vonatkozóan megmutatta, hogy a hőmérséklet utolsó maximuma a 30-as években volt, míg a minimuma /gyenge/ vagy a 60-as években már bekövetkezett, vagy az 1980-1990-es években alakul ki. A XX. század vége és a XXI. század eleje felmelegedési időszakal kezdődik.

Ily módon a természetes háttér az 1990-es évek végétől számítva ill. a következő évszázad első negyedében, amikor a vízfolyás-átirányítás rendszere működni kezd, valószínűleg a levegő viszonylag magas hőmérsékletének uralkodásával jellemezhető. Ugyanakkor a viszonylag gyakran és rendszeresen bekövetkező egy évszázadon belüli klímaingadozások során váltakozni fognak a néhány éves időtartamu hidegebb és melegebb időszakok. 12., 19.

Az Állami Geográfiai Intézet kutatásai szerint a melegedési időszakok együttjárnak majd az északi félteke szubtrópusi és szubpoláris földrajzi szélességein a csapadékosság növekedésével, míg a Szovjetunió sivatagos körzeteinek nagy részében a szárazság fokozódik és az aszályok száma növekszik. A csapadék változékonysága és a folyók vízjárásának változékonysága szintén növekszik. Csökken az a nedvességmennyiség, amely az óceán felől áramlik át és enyhül a cirkulációs zónák eltolódása is /amelyek

nem egyformák a téli ill. a nyári időszakban és a felmelegedés intenzitásától függnek/. Amennyiben az Arktikán bekövetkező felmelegedés csupán részleges és a vízkivétel körzeteire lesz jellemző /a Barents- és a Kaszpi-tenger, ahol rendszerint a leginkább jelentkezik a hőmérséklet változás/, a kialakuló kép kicsit másképp lesz. Télen az Arktika csökkenő mértékű felmelegedése során a szárazság megnövekszik majd a Szovjetunió európai területe erdős és sztyepp vidékeinek ill. a középső körzetnek nagy részén; a csapadékosodás növekedése az erdő övezetnek északi részén következik be, továbbá a tundrákon és a szubtrópusi körzetekben. Nyáron a szárazság a Szovjetunió európai területének nyugati részén növekszik. Ugyancsak növekszik ebben az időszakban a szárazság a Kaszpi-tenger mentén és Kazahsztán keleti részén. A középső körzet erdős övezetének, tundrás részének többségében és a sztyeppövezet egy részén a csapadékmennyiség növekszik. A szubtrópusi zónában a csapadékosodás növekedése csupán a középső körzet keleti részén következik be. De még azokban a körzetekben is, ahol a csapadékmennyiség nem változik, a tavaszi-nyári időszakban változékonyságuk megnövekszik, amivel kapcsolatban növekszik a tulcsapadékosodás valószínűsége, valamint a szárazság és az aszályos időszakok gyakorisága. ¹⁴ A Szovjetunió európai területének csapadékmennyiségében tapasztalható változékonyság fordított arányosságban függ a Barents-tenger jégeseződésétől. Ily módon az Arktika felmelegedése során a csapadék változékonyságának fokozódása és a nagy kiterjedésű szárazságok számának növekedése kiváltja annak szükségszerűségét, hogy nagy mennyiségű pótlólagos vizet biztosítsunk egyidőben a Szovjetunió európai területének déli részére, Nyugat-Szibériába és Kazahsztánba.

Még abban az esetben is, ha a vízkivétel övezetében a csapadék-ingadozás változatlan marad, a vízfelhasználás övezetében a vízszükséglet megnövekedhet /kiváltképp a csapadékszegény években/. Míg egyes években ill. hónapokban az egyidejűleg megnövekedett vízszükséglet egyszerű kompenzálni, addig a csapadékviszonyokban sok éven keresztül tapasztalható rendellenességek esetén ezt igen nehéz lesz megvalósítani.

Ilyen hosszan elhúzódó rendellenességek pl. a XIX. és a XX. század második negyedében voltak tapasztalhatóak, amikor a Kaszpi-tenger medencéjében megfigyelt alacsony vízhozamu évek megfeleltek a Szovjetunió európai területén lévő északi folyók alacsony vízállásának /az 1830-1850-es évek; az 1930-1950-es évek/.

Az 1891-1975-ig terjedő időszakban az egyidejű csapadékhiány valószínűsége /a normális 80 %-ánál kevesebb/ a Szovjetunió európai területének jelentős részén az egyes területeken az egyes hónapokban mintegy 18 %-ot tesz ki; a középső körzet délnyugati és délkeleti részén az egyidejű deficit az esetek 17 %-ában figyelhető meg, míg a középső körzet északi részén és délnyugaton vagy délkeleten az egyidejű deficit 6-7 %-os valószínűséggel következik be.

A klíma évszázadon belüli és évszázadokra nyúló természetes ingadozásai által kiváltott negatív csapadék-rendellenességek az

évszázados felmelegedések mellett arra vezetnek, hogy a Szovjetunió európai területén lévő északi folyók vízhozama 10 %-kal csökkenhet az átlagoshoz képest és 20 %-kal a magas vízhozamu évekhez képest.

Hasonló körülmények jelentkezhetnek azonban nagy területeken is és hosszú ideig /több tíz évig/. Ezeknek a Szovjetunió európai területére gyakorolt összesített hatása, amely a víztározók szintjének, a folyók vízhozamának csökkenésére vezet, lényegesen nagyobb, mint az egyes évek bizonyos hónapjaiban bekövetkező csapadék-rendellenességek hatása.

A középső körzetben a klimageozásban hasonló törvényszerűség nem tapasztalható azzal kapcsolatban, hogy az Ob folyó medencéjének tengelye mentén hosszan húzódik el ez a körzet.

Az a kérdés, hogy a XX. század végére ill. még a XIX. században miként változott meg, és miként változhat meg a klíma a természetes és antropogén tényezők egyidejű hatásának eredményeként és ez miként hat a vízkészletek megváltozására, még igen vitatott és további sokoldalú kutatást igényel.

Leginkább komoly és ugyanakkor egyelőre kevésbé felkutatottnak tűnik a klíma olyan jellegű megváltozása, amelyet globális mértékű antropogén okok váltanak ki. Jelenleg még nagyon nehéz kiszámítani az atmoszféra közvetlen termikus szennyezésének hatását.

Feltételezhető, hogy a következő század közepére ez már csak helyi jellegű lesz /a nagy ipari központok körzeteiben/^{1.}, így tehát gyakorlatilag nem hat ki majd a föld egészének klímájára. A tudósok többsége úgy véli, hogy a szénsav /mások véleménye szerint egyéb szennyező anyagok is/ koncentrációjának fokozódása a klíma globális felmelegedését kell, hogy kiváltsa, különösképpen a magasabb szélességi körökön.^{1., 2., 16.}

1978-ban és 1979-ben a Geográfiai Intézetben előzetes becslést végeztünk ezekre a változásokra vonatkozóan figyelembevéve a klíma globális felmelegedésének várhatóan bekövetkező folyamatát. Ez az értékelés megmutatta, hogy a XX. század végére minden valószínűség szerint ezzel az antropogén tényezővel gyakorlatilag még nem szükséges számolni, minthogy az 1970-es években a klíma természetes menete és az antropogén hatások különböző irányúak voltak és jelentős mértékben kompenzálták egymást. Az elkövetkező években további lehülések is lehetségesek, mivel az a vulkánok erupciós /robbanásszerű/ kitörései után az atmoszféra átlátszósága csökkent.

A későbbiek során, a XX. század végén és a XXI. század első felében a széndioxid koncentráció várható növekedésének mértékében és a klíma természetes ingadozásainak előjelváltozásától függően lehetséges a klíma hirtelen felmelegedése, amelyre számos szovjet és külföldi tudós is rámutatott.^{3., 15.} A klíma várhatóan antropogén felmelegedésének körülményei között - csupán a széndioxid tartalom felfokozódása miatt is /egészen a jég el-

tünésének időszakában az Arktikumon/ - fokozatosan növekednie kell a csapadéknak a szubartikus és szubtrópusi körzetekben és ugyanakkor csökkennie kell a csapadéknak a Szovjetunió ill. az egész északi félgömb erdős és sztyepp övezeteiben, ezek déli részein.

Az elvégzett tudományos munkák eredményeivel összhangban^{3.}, 19. még ezek között a viszonyok között is megmarad a déli övezetek vízhiánya és következésképpen nem veszíti el aktualitását a vízfolyások átcsoportosításával kapcsolatos kérdés. Hiszen észak vízkészletei növekednek majd. Figyelembe kell venni, hogy a jövő klímájáról megalkotott néhány hipotézisnek /a klíma változatlansága, csökkenő mértékű vagy erős felmelegedés/ megfelelően északon felesleges csapadékhullás következik majd be és délen pedig elégtelen /különösen az utóbbi hipotézis esetében/. Az erős felmelegedés esetén megnövekszik a jelenlegi sztyepp-övezetbe tartozó területek gazdasági értéke, mivel itt a klíma szubtrópusi válik. Ezzel kapcsolatban a jövőben felmerülhet az a kérdés, hogy melyek a legcélszerűbb körzetek az északról átirányított vízfolyás felhasználására.

A csapadékmennyiség lehetséges változásaira és a folyók vízhozamának módosulására vonatkozó végleges értékeléseket csak következetes kutatások árán kaphatjuk meg, amelyek figyelembe veszik a globális klímára gyakorolt antropogén hatás összes aspektusát, ezen belül a kitermelt fűtőanyagok felhasználásának növekedésével kapcsolatos globális egyensúlyt, továbbá a klíma és a vízkörforgás lehetséges változásait is az atmoszféra általános cirkulációjában bekövetkező lehetséges változások létrejöttének esetében.

IRODALOMJEGYZÉK

1. BUDIKO, M.I.: A széndioxid gáz problémája. Leningrád, 1979. Gidrometeoriszdat. 58 p.
2. BUDIKO, M.I.: A klíma változása. Leningrád, 1977. Gidrometeoriszdat. 46 p.
3. BUDIKO, M.I. - VINYIKOV, K.J. - DROZDOV, O.A. - JEFINOVA, M.A.: A klíma várható változásai. - a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának kiadványa /?/. 1978. No. 6. pp. 5-19.
4. VÁGER, B.G. - NAGYEZSINA, E.D. - UTYINA, Z.N.: A felszín öntözött területei fölötti határövezet jellemzőinek számítása. - "Meteorológia és hidrológia". 1974. No. 11. pp. 44-56.
5. GORBUNOVA, I.G. - OLOVSZKI, N.Sz. - UTYINA, Z.N.: A hőmérséklet változása és a csapadék módosulása az öntözött területeken. - "A sivatagok felhasználásának problémái". 1974. No. 6. pp. 9-14.
6. GRIGORJEV, A.Sz. - DROZDOV, O.A. - KIRILOVA, T.V. - UTYINA, Z.N.: A vízfolyások medencék közötti újrafelosztásának hatása a Szovjetunió európai területének és közép-ső körzetének természeti viszonyaira. - A problémával kapcsolatos beszámolók. A meteorológiai rend

lehetséges megváltozásainak értékelése a vízfolyások átirányításával kapcsolatban és a további kutatások feladatai. Moszkva, 1975. a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának kiadványa. pp. 30-38.

7. GRIGORJEVA, A.Sz. - DROZDOV, O.A. - JEREMENNIK, K.V. - MALKOVA, I.V.: Az instrumentális korszak előtti időszak természeti jelenségeinek strukturája és összefüggések a jelenlegi időszak csapadékosságában bekövetkező sokéves ciklikusságával. - Állami Geográfiai Intézet. 1979. 257. sz. pp. 3-12.
8. GROSZVALD, N.G. - KOTRJAKOV, V.M.: A klíma küszöbön álló változása és a jégfelületek sorsa. - a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának kiadványa [?]. 1978. No. 6. pp. 21-32.
9. DROZDOV, O.A. - GRIGORJEVA, A.Sz.: Az atmoszférában végmenő vízkörforgás. Leningrád, 1963. Gidrometeoriszdat. 315 p.
10. DROZDOV, O.A.: A gazdasági tevékenység hatása a vízkörforgásra. - Állami Geográfiai Intézet. 1979. 316. sz. pp. 83-103.
11. DROZDOV, O.A. - GRIGORJEVA, A.Sz.: A klíma hosszutávú ingadozásainak meghatározására szolgáló értékelések fontosságának fokozásához szükséges lehetséges módszerek és felhasználásuk eredménye egy öt éves időszakra vetítve. - Állami Geográfiai Intézet. 1979. 257. sz. pp. 34-42.
12. DROZDOV, O.A.: A csapadékingadozás tanulmányozása. - "Meteorológia és hidrológia". 1978. No. 4. pp. 109-114.
13. DROZDOV, O.A.: A csapadékosság kapcsolata a termikus renddel. - Állami Geográfiai Intézet. 1979. 257. sz. pp. 13-23.
14. DUBOV, A.Sz.: A szibériai folyók vízfolyása részleges átirányításának hatása a globális méretű folyamatok termikus rendjére. - Állami Geográfiai Intézet. 1975. 326. sz. pp. 43-50.
15. KELLOB, U.U.: Az ember tevékenységének hatása a klímára. - Bulletinje. 1977. 26. kötet. No. 4. 1. rész. pp. 285-299.; 1978. 27. kötet. No. 1. 2. rész. pp. 3-12.
16. MONYIN, A.Sz. - SISKOV, U.A.: A klíma története. Leningrád, 1979. Gidrometeoriszdat. 407 p.
17. ORLOVSZKIJ, N.Sz. - DURDIEV, A.M.: Az öntözés hatása a közép-ázsiai sivatagok termikus tartalékaira. - "A sivatagok meghódításának problémái". 1978. No. 4. pp. 70-76.
18. ORLOVSZKIJ, N.Sz. - UTYINA, Z.N.: Az öntözés és az elöntés hatása a sivatagok mikroklimájára. - "A sivatagok meghódításának problémái". 1977. No. 6. pp. 3-12.
19. SZINYICIN, J.M.: Bevezetés a paleoklimatológiába. Leningrád, 1967. "Nyedra". 232 p.
20. TYIMOFEJEV, M.T.: A víztározók meteorológiai rendje. Leningrád, 1963. Gidrometeoriszdat. 291 p.
21. UTYINA, Z.N.: A hőmérséklet és a csapadékosság átalakulásának kérdéséhez. - Állami Geográfiai Intézet. 1973. 294. sz. pp. 173-177.

22. UTYINA, Z.N. - SEHKTYER, F.N.: Az öntözés hatása az érintett felszíni területek radiációs egyensúlyára és annak alkotórészeire. - "Meteorológia és hidrológia". 1977. No. 6. pp. 17-23.
23. SNYITNYIKOV, A.V.: Az általános csapadékosság komponenseinek évszázadon belüli változékonysága. Leningrád, 1969. "Nauka". 245 p.

A VIZKÉSZLETEK FÖLDRAJZI ÖVEZETEK KÖZÖTTI ÁTCSOPORTOSÍTÁSÁNAK HIDROLÓGIAI ASPEKTUSAI

A.A. Szokolov - I.A. Siklomanov - R.A. Nyezsihovszkij -
O.L. Markova

A vízkészletek minőségi és mennyiségi leromlásának problémája országunk déli részén évről évre egyre élesebben merül fel. Mára az élet, a lakosság és a gazdaság növekedési üteme állítja a tudósokat az elé a feladat elé, hogy tudományosan megalapozzák a vízkészletek effektív és teljeskörű felhasználásának rendszerét, a lehetőségekhez képest maximálisan csökkentsék a készletek időbeni és térbeni felosztásában fellelhető különbségeket, megőrizték a természet ökológiai egyensúlyát. Ezek között a feladatok között legnagyobb jelentőségű a vízfolyások medencék ill. földrajzi övezetek közötti újrafelosztásának problémája. Jelenleg az újrafelosztandó vízmennyiség teljes mennyisége évente meghaladja az 50 m^3 -t, az elosztó csatornák ill. öntözőcsatornák teljes hossza pedig a 350 km -t, ezen belül a 100 km -nél hosszabb óriási csatornák összesen 4000 km -t tesznek ki /ilyenek: Kara-kum, az Észak-Krimi, az Irtis-Karaganda csatornák stb./.

A vízkészleteknek a medencék és elsősorban a földrajzi övezetek közötti mind szélesebb mértékű átcsoportosításával kapcsolatos probléma jelenleg és a közeljövő perspektívájában nem annyira a mérnöki szempontból vett műszaki nehézségek megoldásában rejlik /habár azok is rendkívül nagyok/, mint inkább azoknak az új és bonyolult társadalmi-gazdasági és ökológiai feladatoknak a megoldásában, amelyek annak következményeivel vannak összefüggésben, hogy az ember méreteit tekintve eddig még soha nem látott módon avatkozik bele a környező világba.

A vízkészletek nagymértékű átcsoportosításának problémájával kapcsolatos szociális-gazdasági aspektus lényege abban áll, hogy a tervezett intézkedések ésszerű mértékét úgy kell meghatározni, hogy azok biztosítsák a vízkivétel által érintett ill. a vízfolyás felhasználásának vidékén a leghatékonyabb gazdasági és társadalmi fejlődést, és ez egyúttal garantálja az orszáegésze gazdasági fejlődésének gyors ütemét. A vízkészletek átcsoportosítása a vízkivétel által érintett vidéken a lehető legkisebb károkat kell, hogy okozza és ugyanakkor arra kell irányulnia, hogy a felhasználási övezetekben a maximális hatékonysággal használják fel.

"A Szovjetunió és a szövetséges köztársaságok vízügyi törvénykezésének alapelvei"-vel összhangban a víz országunkban ösztönözi tulajdon, ami kedvező feltételeket teremt arra, hogy a vízkészletek komplex felhasználásával és átcsoportosításával kapcsolatos terveket dolgozzunk ki és valósítsunk meg az egész népgazdaság érdekében az ország területének egészét véve és nem csupán egyes körzetekre vonatkoztatva.

A vízkészleteknek a sivatagi területeken tapasztalható egyre nagyobb hiány ill. a vízfolyások területi átcsoportosításának érdekében hozandó intézkedések komplexumának megvalósulásából következő szükségszerűség a vízzel kapcsolatos nézetek bizonyos pszichológiai átértelmezést követelnek meg. Figyelembe kell venni azt, hogy jelenleg a víz a legfontosabb természeti erőforrás és felettébb egyenlőtlenül oszlik meg az ország területén; ugyanakkor lehetséges és szükséges is, hogy az olajhoz, a szénhez, a gázhoz, a vashoz hasonlóan az egyes területek és körzetek között újrafelosztásra kerüljön, összhangban a népgazdaság szükségleteivel és fejlődési perspektíváival.

Mint természeti erőforrás a víz rendkívüli helyzetet élvez. Amíg a többi erőforrás többsége bizonyos mértékben egymás között helyettesíthető, addig a víz hiánya vagy jelentős mértékű minőségi csökkenése nemcsak fékezni képes az érintett terület társadalmi-gazdasági fejlődését, de egyben meghatározza magának az életnek a fenntartási lehetőségét is. Ebből következik az, hogy rendkívül fontos a vízfolyás átirányításának ökológiai aspektusa, ill. az, hogy prognosztizálhassuk és megelőzhessük a vízfolyás átterelésének esetleges negatív hatását a természetre ill. a nagy körzetek gazdaságára.

A természet által kialakított egyensúly bármilyen megbontása, úgy egy folyó-medence keretein belül, mint akár nagyobb mértékben, a természetes és természeti törvények ismeretén kell, hogy alapuljon. Ezért a vízfolyások átterelésével kapcsolatos probléma gyakorlati megvalósítását mindenképpen meg kell, hogy előzze egy minden aspektusra kiterjedő tudományos megalapozás.

Az Állami Hidrológiai Intézetnek a vízfolyások területi átcsoportosításával kapcsolatos problémákra kiterjedő kutatásai a következő főbb irányokba terjedtek ki:

- a vízkészletek tanulmányozása és földrajzi körzetek közötti újrafelosztásának szükségessége, ennek indokolása ill. módszereinek és határidejének meghatározása;

- a folyó-medencékben fellelhető vízügyi objektumok ill. ezen medencék vízmérlegének rendjében bekövetkező esetleges változások értékelése az északi és a szibériai folyók folyásának részleges délre történő átirányítása során;

- a vízfolyás átirányítási utvonálához tartozó körzetek hidrológiai viszonyainak tanulmányozása;

- az antropogén és a klimatikus változások tanulmányozása a belső víztárolók vízbefolyásának területén, ilyenek: Aral-tó, Kaszpi tenger, Balhas tó, Isszik-kul-tó, annak érdekében, hogy prognosztizálhassuk szintjüket és sótartalmukat;

- a klímának és a csapadék-körforgásnak természetes ingadozása következtében létrejövő lehetséges változások tanulmányozása; továbbá a vízgazdálkodási intézkedések megteremtésének tanulmányozása, ezen belül a vízfolyás részleges tervezett átirányításával kapcsolatban egyik természetes földrajzi övezetből a másikba;

- a konkrét tervezési döntések hidrológiai megalapozása.

Ezeknek a kutatásoknak az eredményeit részben már bemutatta az Állami Hidrológiai Intézet által elkészített "A vízkészletek földrajzi zónák közötti újrafelosztásának hidrológiai aspektusai" című monográfia. ¹. Ez a cikk azokat az alapvető következtetéseket tartalmazza, amelyek alapvetően a vízfolyás átirányításának lehetséges hatására vonatkoznak.

A Szovjetunió európai területének déli részén fennálló vízhiány likvidálására szolgáló elsődleges és leginkább reális források jelenleg a következők: Onyega-tó /a Néva folyó medencéje/; a Lács és a Vozse tavak /az Onyega folyó medencéje/; a Szuhona és a kis északi Dvina folyók; a Pecsora folyó felső és középső folyása. A Szovjetunió ázsiai területén ilyen lehetőség az Ob folyó, az Irtis folyó torkolatától lejjebb. A vízfolyás tervezett átirányításának mértékét az 1. sz. táblázat szemlélteti:

1. sz. táblázat

A vízfolyás átterelésének fő irányai és mértéke
/első vonal/

| Donor-medence | Az átterelés iránya | Az átterelendő vízfolyás mennyisége | |
|---------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| | | km ³ / év | a folyás %-ában a torkolatnál |
| Néva | Felső-Volga /Ribini víztározó/ | 3,5- 7,1 | 4- 9 |
| Onyega | u.a. | 1,8 | 13 |
| Észak-Dvina | u.a. | 4,8-15 | 5-17 |
| Pecsora | u.a. | 13,8 | 10 |
| Ob | Kazahsztán és Közép-Ázsia | 25 | 6 |

Ily módon az u.n. első szakasz, amelynek megvalósítása kb. 1990-2000. évre tehető, keretébe tartozó vízfolyások átirányításával elérhető mennyiség a Szovjetunió európai területén 24-38 km³-t érhet el évente, míg az ázsiai területen 25 km³/évtől 60 km³/év mennyiségre rughat a második szakaszban. A Szovjetunió európai területének határain belüli vízfolyások megváltozása elsősorban azért vált szükségessé, hogy megőrizték a Kaszpi és az Azovi tengerek biológiai produktivitását olyan körülmények között, amikor egyre inkább fokozódik a vissza nem térítendő vízfelhasználás az öntözéses mezőgazdaság és ezen tengerek medencéjén belül tevékenykedő egyéb gazdasági ágazatok szükségletére, ami feltétlenül maga után vonja a Kaszpi tenger szintjének további csökkenését és az Azovi tenger sótartalmának további növekedését. A halgazdaság szakembereinek értékelése szerint jelenleg a Kaszpi tenger számára optimálisnak tekinthető vízmennyiség a -28,8-29,0 m a tengerszint alatt. Ehhez hasonló módon

az Azovi tenger számára optimálisnak tűnik a lo-ll ezrelékes sótartalom. A Kaszpi tenger szintjének 29,5 m tengerszint alatti magasság alá történő süllyedése és az Azovi tenger sószintjének továbbfokozódása /1978-ban ez már elérte a 13 ezreléket/ arra vezetnek az ichtiológusok értékelése szerint, hogy a tengerek haltermő képessége jelentősen csökken és veszélyezteti néhány leginkább értékes édesvízi halfajta létezését is.

A szibériai folyók folyása egy részének átirányításának fő célja az, hogy Dél-Kazahsztán és Közép-Ázsia vidékén fokozzák a gyapot, a gabonák, a zöldségfélék és egyéb mezőgazdasági termékek termelését. A folyás átirányításának fő vonalaként azt tervezik, hogy a Szovjetunió európai területén a Sekszna folyót használják fel, míg a Szovjetunió ázsiai területén az Irtis-Közép-Ázsia csatornát mintegy 2300 km hosszan.

Azon túlmenően, hogy megjavítják a déli tengerek hidrológiai és hidrokémiai tulajdonságait, továbbá a száraz déli területeket ellátják vízzel, a vízfolyások átterelése egy egész sor más népgazdasági problémára is megoldást hoz. Így pl.:

- a Volga, a Káma és a Don folyók garantált hajózó utvonalaiknak megőrzése, majd növelése is;
- a Volga és a Kámai vizierőművek vizlépcsőin az elektromos energiatermelés növekszik;
- a Volga és a Kámai vizierőművek nagyobb mértékben vesznek részt az energetikai terhelés napi ill. szezonális csúcsidezőszakaiban az energia biztosításában;
- a Volga vízminőségének javulása, a víztározók áteresztőképességének erősödésével kapcsolatban ill. az északi folyók kevésbé ásványos, hordalékos vizének köszönhetően;
- a Volga-Achtubini árterület tavaszi időszakban történő elárasztása és a halászat garantált időszakának biztosítása a Volga alsó szakaszán;
- az Irtis-Közép-Ázsia főcsatorna vonalához tartozó körzetek gazdasági fejlesztés;
- az Ob alsó szakaszának vízelvezető képessége fokozása, ami kiváló feltételeket teremt majd az erősen elmozsarasodott környező földek kiszáritására teendő intézkedésekhez;
- a magas vízállás időtartamának csökkentése az obi árterületen, ami javítja ezen terület mezőgazdasági termelés alá vonásának feltételeit.

A Szovjetunió európai területeinek határain belül történő vízfolyás-átterelés a beruházások nagyságát, a környező természeti feltételekre gyakorolt hatásának mértékét tekintve, továbbá figyelembe véve a fenntartási költségeket és egyéb tényezőket is, alatta marad a Szovjetunió ázsiai területeinek határain belül megvalósítandó, a vízfolyások átcsoportosítására irányuló intézkedéseknek. A szibériai folyóknak Kazahsztánba ill. Közép-Ázsiába történő részleges átcsoportosításából eredő gazdasági és társadalmi effektusok összességében véve jelentősebbek lesznek /köszönhető ez annak, hogy a gyapot, a gabonafélék és egyéb mezőgazdasági termékek termelése jelentősen emelkedik majd az öntözött területeken/. Ami a Szovjetunió európai területét illeti, a nyugati variánsok /a Néva, az Onyega és az Észak-

Dvina folyómedreiből/ kedvezően térnek el az u. n. keleti variánsoktól /a Pecsora folyó medencéjéből/. A nyugati variánsok legfontosabb előnye abban rejlik, hogy az átírányítandó vízfolyás "utaztatására" már meglévő vízi utvonalakokat használnak fel /folyókat, csatornákat/, a vízfolyás szabályozását tavakkal való pótlásuk meg, amelyeket víztározókká alakítanak át.

Az Állami Hidrológiai Intézetben folytatott és a vízfolyás átírányításával kapcsolatos problémák hidrológiai aspektusára irányuló kutatás megkövetelte azt, hogy nagy számban kerüljenek kidolgozásra módszertani határozatok és megközelítésmódok. ². Az egyik legnagyobb nehézség ezzel kapcsolatban abban rejlik, hogy a vízkészletek újrafelosztását óriási területen kell majd megvalósítani, mely terület meghaladja a Szovjetunió teljes területének felét, és ugyanakkor rendkívül változatos természeti feltételek uralkodnak ezeken, a vízkészletek jelenleg és a jövőben is rendkívül különböző mértékben és fokon kerülnek gazdasági hasznosításra. Ugyancsak rendkívül különbözőek azok a tervezett mérnöki megoldások, amelyekkel a vizelterelést, ill. az átírányítandó vízfolyás "utaztatását" és ellenőrzés alatt tartását lehet megoldani.

Igy pl. az Ob és az Irtis folyómedencéinek esetében jelentős érdeklődésre számíthat annak prognosztizálása, hogy miként fog hatni majd a vízfolyás egy részének átcsoportosítása az obi-irtismenti árterek árterek elmosarasodásának folyamataira és ezen árterek elárasztásának feltételeire. Az Ob felső folyásának vizét, ill. különösképpen az Irtis vizét rendkívül széles mértékben használják gazdasági szükségletekre, ezért annak meghatározásakor, hogy ezekből a folyómedencékből milyen mennyiségű lehetséges vízkivétel történjék ill. annak értékelésekor, hogy ez a vizelterelés milyen következményekkel jár a környezetre, igen fontos jelentőségű az u.n. antropogén tényezők szerepének figyelembevétele a hidrológiai rend megváltozásának során.

Ugyanakkor az északi és észak-nyugati európai folyórendszerek vízgyűjtő területein a víz vissza nem fordítható veszteségei, amelyeket a gazdasági tevékenység okoz, nem jelentősek és nem várható, hogy jelentősen növekednének a közeljövőben. Az észak-nyugati európai folyamrendszerre /Néva, Onyega/ az a jellemző, hogy nagyfokú természetes szabályozás tapasztalható ill. igen csekély mértékben fejlődtek ki árterületek. A Néva folyó medencéjének esetében fő kérdésnek annak értékelése látszik, hogy a vízfolyás egy részének átterelése miként hat a tavak vizének cseréjére, ezen vizek eutrof voltára és különösképpen a Néva folyó deltájának és a Néva öböl vízcseréjének feltételeire ill. tisztasági viszonyaira.

Meg kell említenünk, hogy a folyó- és állóvizek rendjének megváltoztatására vonatkozó prognózis, mely a vízfolyások egy részének átterelésével kapcsolatos, elsődleges jelentőségű, és alapul szolgál egyéb, a környező világ komponenseinek távlati értékeléséhez. Így pl. a folyó- és állóvizek szintjének magassági viszonyaival kapcsolatos értékelés kiindulási pontként szolgál annak prognosztizálásához, hogy miként alakulnak az árterek el-

árasztásának új feltételei; hogyan vezethetők el a vizek a partmenti területekről; a talajvizek meghatározásához, a növényta-
karó jellegének kialakulásával kapcsolatos értékeléséhez, a ta-
laj, az élővilág jellegének meghatározásához stb. A vízszint
változása a folyókban meghatározza a folyó lehetséges gazdasági
hasznosításának szintjét is a hajózás, a vízellátás, a fauszta-
tás és a halászat szempontjából.

A vízfolyások egy részének átirányítására irányuló intézkedések
hatást gyakorolnak nemcsak az u.n. donor-folyókra, hanem ezek
mellékfolyói vízszintjére is, a vízgyűjtő terület kiterjedésé-
től függően. A vízgyűjtő területek nagyságával összhangban a
mellékfolyók vízügyi viszonyainak változása egészen 200-300 km-
es messzeséig terjedhet a torkolattól számítva /az Ob és az Al-
só-Pecsora folyó medencéjének folyói/. A víz kivételekor a mel-
lékfolyók szintje csökken. A vízszint csökkenésének lehetséges
szélső értékét a vízgyűjtő területek méretei határozzák meg,
minden egyes esetben másként. A víztározók megépítésével egy sor
folyón a vízszint emelkedése megy majd végbe.

A kutatások azt mutatják, hogy a vízfolyások átterelésének első
szakaszában elfogadott intézkedések megvalósítása - olyan mér-
tékek, amint azt az 1. sz. táblázat érzékeltette - nem provo-
kálja a hidrometeorológiai feltétel globális megváltozását. Min-
den jelentős változás lokális jellegű lesz.

A szisztematikus vízkivétel, továbbá a különböző fajta hidro-
technikai berendezések működése /duzzasztógáták, szivattyuálla-
mások, szilipek/, amelyek a vízkivételt, a víz továbbítását és a
hajózási feltételeket biztosítják, maguk után vonják a természe-
tes vízviszonyok jelentős felborulását a folyók és a tavak ese-
tében. Leginkább jelentős változásokat közvetlenül a vízkivétel
helyétől lejjebb eső helyeken, továbbá azokon a folyókon és fo-
lyószakaszokon tapasztalhatunk majd, amelyek a folyóvizek áti-
rányításának utvonalaúl szolgálnak, különösképpen a "folyási-
ránnyal szembeni" szituáció esetén.

A vízkészletek területi újrafelosztására irányuló intézkedések
tervezésekor két különböző elv konkurrál egymással:

- kis mennyiségű vízkivétel nagy számú vízügyi objektum se-
gítségével;

- nagy mértékű vízkivétel egy, esetleg kettő vízügyi ob-
jektum segítségével.

Mindkét elvnek megvannak a maga előnyei és hátrányai is. Az el-
ső előnye: a beruházások decentralizálása, a vízügyi létesítmé-
nyek fokozatos üzembeállítás, a természeti környezetben okozott
károk minimális volta, a rendszer munkaképességének megőrzése
abban az esetben, ha valamelyik berendezés meghibásodik. A má-
sodik elv előnye: a vízkivétel nagy volumene, az eszközöknek és
az erőknél egy-két nagy építési objektumra történő központosi-
tása.

Nyilvánvaló, hogy leghelyesebb e két elvet összehangolni. Azok
a berendezések, amelyek az első elvvel kapcsolatban kerülnek

létesítésre, évről-évre nagyjából azonos mennyiségű vizátirányításának biztosítását kötelesek ellátni. A második elv figyelembevételével megépített berendezéseket arra kell használni, hogy viszonylag nagy mennyiségű vizet csoportosítsanak át a déli körzetekbe akkor, amikor rendkívüli vízhiányos évek vannak.

A vizátcsoportosítás éves alapidőszakait, ill. epizódikus csucs szakaszainak méreteit meg kell határozni. Nyilvánvaló ugyanakkor, hogy a vízfolyások átirányításának összes létező variánsa az említett tényezővel összhangban az alábbiak szerint csoportosítható:

- a/ Alapvariánsok: az Ob folyó /25km³/év/, a Szuhona folyó Kamcsugtól /5 km³/év/, a Szuhona és a kis északi-Dvina folyók Kotlasztól /15 m³/év/, az Onyega folyó Kargopoltól /kb. 2 km³/év/;
- b/ Alap-csucsvariánsok: a Pecsora folyó Mitrofavonótól /8-10 km³/év, figyelembevéve az árterületre való vízkieresztést/, az Onyega tó /3,3-7 km³/év/;
- c/ Csucsvariánsok: az Onyega folyó együtt az Onyega öböllel.

Ami a határidőket illeti, mindenekelőtt meg kell valósítani az alapnak számító, majd amikor ez megvan, a csucsvariánsnak számító vizátvezetések.

A vízkészletek területi újrafelosztásával kapcsolatos jelenleg létező tervekben évről-évre nagyjából ugyanannyi mennyiségű vízkivételt irányoztak elő. Csak a nagyon vízsszegény években csökkennek ezek a vízfolyás-átirányítások 10-20 %-kal. Ez biztosítja a ráfordítások minimumát és a vízfolyások átirányítási rendszerében meglévő minden egyes objektum /szivattyúállomás, csatorna stb./ hasznos működésének hatékonysági tényezőit. Ez a megközelítés azonban sok hátránnyal is rendelkezik.

A vízfolyás átirányítását nem lehet megvalósítani úgy, hogy ne vegyük figyelembe a víz átfolyásának utvonalaán tapasztalható reális helyzetet. Így pl. a Volga vízgyűjtő medencéiben előforduló nagyon esős években a további vízhez juttatás csak károkat okozhat a népgazdaságnak.

Nagy mennyiségű víztömeg pótlólagos Kaszpi tengerbe történő eresztése a tenger szintjének magas állásakor aligha lesz szükséges. A Kaszpi tenger vizgazdálkodási komplexumának követelményei olyanok, hogy kielégítésükhöz optimálisnak kell számítani az u. n. kompenzációs vizátirányítási rendet, vagyis minél magasabb a tengerbe irányuló folyóvizek vízhozama és minél magasabb magának a tengernek a szintje, annál kevesebb az átte-relendő víz volumene és megfordítva.³ Csak ebben az esetben vagyis a tenger vízmérlegének irányítása mellett lehetséges a vízszintingadozások amplitudóját meghatározott keretek között tartani.

A vízfolyás átterelésének szükséges volümenéről, az átterelés rendjéről, a hidrotechnikai berendezések méreteiről feltehető kérdés helyes megválaszolása nem lehetséges a gazdasági valószínűség-számítások számos variánsa és az összes várható kedvező és kedvezőtlen következmények alapos egybevetése nélkül. Ilyen számítások alapjául minden valószínűség szerint az u.n. veszteség- /vagy előny-/ függvények szolgálhatnak, pl. a Kaszpi tenger halgazdaságának vesztesége a tenger szintjének függvényében; vagy a Volgai vízierőmű alap- és csúcsergia termelése, ennek pótlólagos mértéke az átirányítandó víztömeg függvényében stb. Sajnálatos módon jelenleg ezt a kérdést egyáltalán nem a szükséges mértékben dolgozták ki.

A folyók vize egy részének átirányításával kapcsolatos problémában - ha úgy tetszik - még kevésbé kerültek kidolgozásra mai napig a hidrobiológiai aspektusok. Nehéz megmondani például, hogy a mindinkább növekvő biogén terhelés eredményeként miként változnak az olyan általánosan elfogadott mutatók, amelyek a természetes vizek vegyi összetételére vonatkoznak. Ez a helyzet jelentős mértékben azért alakult ki, mert a vízi ökoszisztémákra vonatkozó előrejelzések módszerei alacsony szinten fejlődtek. Szükség van arra, hogy jelentős mértékben előrelépjenek az ezen a területen folytatott tudományos kutatásokban, bevonva a különböző profilu szakembereket /hidrobiológusokat, hidrokémikusokat, hidrológusokat stb./. A vízfolyások átterelésére irányuló intézkedések tervezésével kapcsolatos kevésbé kidolgozott kérdésekhez tartozik a klíma lehetséges természeti ingadozásainak és natropogén változásainak figyelembevétele is. A vízkészletek földrajzi övezetek közötti újrafelosztása úgy fog megvalósulni és funkcionálni évtizedek hosszú során át, hogy a föld klimatikus viszonyainak természetes és antropogén változásai rendkívül jelentősek lehetnek. Az ismeretek jelenlegi szintje nem engedi meg azt, hogy egyértelműen megmondhassuk, milyen lesz a Szovjetunió területén a klíma az elkövetkezendő 50-100 éven belül. Az egyik létező koncepció szerint /M.I. Budiko - O.A. Drozdov és mások/ 30-50 év múlva az északi félteke klímájában bizonyos melegedés megy végbe, amely többek között ahhoz vezet, hogy az aszályos időszakok száma megnő az u.n. erdős övezetben, beleértve a Volga és a Káma folyók medencéit. Másrészt lehetséges az atmoszférikus aszályok számának csökkenése bizonyos sztyepp és erdős-sztyepp övezetekben. Ily módon az észak és dél közötti csapadékmennyiségben megfigyelhető kontraszt még erősebbé válik.

Ha egy kicsit megállunk az előbb említett koncepciónál, úgy a tanulmányozás alatt álló problémával kapcsolatban két következtetést vonhatunk le:

- idővel a vízkészletek területi újrafelosztása objektíve még szükségesebbé válik;
- a vízfolyások egy részének átcsoportosítására vonatkozó intézkedések tervezésekor célszerű megvizsgálni a mérnöki döntések lehetséges variánsait olyan szempontból is, hogy figyelembe vesszük a klíma perspektivikus változásait.

A vízfolyás területi átcsoportosításában tervezett első szakasz megvalósítása az első stádiuma kell, hogy legyen annak, hogy létrehozzuk az egységes vízgazdálkodási rendszert, amely a területi gazdasági kölcsönkapcsolatok új formáját jelenti, hasonlóan az egységes energetikai ill. az egységes szállítási rendszerhez. Egy ilyen vízgazdálkodási komplexum bonyolult rendszerének megépítése és működtetése a meteorológiai és hidrológiai megfigyelő és ellenőrző rendszer automatizált megszervezését is megköveteli. Egy ilyen rendszer tudományos megalapozásának kidolgozása az egyik legfontosabb feladat a vízkészletek földrajzi övezetek közötti újrafelosztásának problémáján belül.

Az alábbiakban ismertetünk néhány következtetést arra vonatkozóan, hogy a vízkészletek újrafelosztása miként hat a donor-folyók medencéiben ill. a vízfolyás átirányításának fő utvonalaiban a vízmérlegre és a vízminőségre.

A vízfolyások részleges átcsoportosítása a Néva folyam-medencéjéből a Volga folyam medencéjébe

A Néva folyó vízkészletei több tizszer meghaladják a népgazdaság vízszükségleteit ebben a medencében, még akkor is, ha a legtovábbi perspektívában nézzük. Novoszaratovka városánál mért sok éves átlagos vízhozama $78,9 \text{ km}^3/\text{év}$. Ugyanakkor a Néva folyó medencéjéből a folyók és a tavakból történő vízkivétel ipari és kommunális vízszükségletek kielégítésére még perspektivikusan is csak $5 \text{ km}^3/\text{év}$ szükségletet ér el. Ennek során abszolút nem jelentős /5-7 %/ az u. n. vissza nem térülő vízkivétel. Az olyan hatalmas víztárolók, mint a Ladoga és az Onyega tavak biztosítják a Néva folyó vízrendjének magas szintű szabályozottságát. Ezek a körülmények megkönnyítik a vízfolyás egy része átirányításával kapcsolatban tervezett intézkedések megvalósítását.

A vízfolyás lehetséges mértékű elterelésének szempontjából a fő korlátokat a vízi szállítás és a vízi objektumok egészségügyi állapota korlátozza. Figyelembe véve ezeket a követelményeket a vízfolyások lehetséges kivétele az első szakaszban nem haladhatja meg a $3,5 \text{ km}^3$ -t évente, majd a következőkben a $7,1 \text{ km}^3/\text{év}$ szintet. A Néva folyó medencéjéből évente $3,5 \text{ km}^3$ mennyiségű víz kivétele és átirányítása a Volga folyam medencéjébe a Volga-Balti csatorna utvonalaiban nem jelentős mértékben gyakorolhatást a Ladoga és az Onyega tavak, a Szviri és a Néva folyók, valamint a Néva öböl és a Finn öböl vízviszonyaira, jegesedési, termikus és vegyi adottságaira.

A $7,1 \text{ km}^3$ éves szintű vízkiváltás már meghatározott hatást gyakorolhat a Néva folyómedence folyóinak és tavainak állapotára, különösképpen azok egészségügyi viszonyaira.

Tekintettel arra, hogy a vízi ökoszisztémák előrejelzésének módszerei még nem tökéletesek, tartózkodnunk kell attól, hogy a vízfolyások elterelését nagyobb mértékben / $7,1 \text{ km}^3/\text{év}$ fölött/ tervezzük, mindenekelőtt azért, hogy elkerüljük az ökológiai szempontból kedvezőtlen következményeket, főként Leningrádnak az

áradásoktól történő megvédésére irányuló intézkedésekkel kapcsolatban, aminek következtében a Névai öbölben a vízcserre már amúgy is eléggé romlik. Ezenkívül idővel célszerűnek tűnhet a vízfolyások átterelése a Dnyeper folyó medencéjébe a Lováty folyó és a Nyugat-Dvina felső folyásán keresztül. Ahhoz, hogy elhárithassuk vagy legalább is gyengithessük az első szakasz során a Néva folyóból történő vízelvezetések negatív következményeit, mindenekelőtt szükséges:

- szigoruan egyeztetni kell az átterelés objektumainak építkezésére vonatkozó határidőket a Leningrádi központi tisztító berendezések üzembeállításának határidejével azért, hogy a vízfolyás kiemelése csak akkor kezdődjön meg, amikor a levegőztető állomások összkapacitása eléri a 3-3,5 millió m^3 -t naponta;

- fel kell építeni a Névai szabályozó hidroközpontot a folyó torkolatánál azért, hogy szabályozzuk a Ladoga tó szintjét és a Néva folyó vízfolyását időben átcsoportosithassuk. Meg kell említeni, hogy a vízfolyásnak a Néva medencéből történő részleges átirányítására vonatkozó tervek megvalósítása egybeesik a négazdaság egy sor ágazatának érdekeivel, elsősorban a vízi szállításéival: kicsit növekszik a Volga-Balti csatorna garantált vízmélysége és a hajóútvonal szélessége, megnövekszik a teherforgalom. Jelentősen csökken az áradások gyakorisága a Ladoga és az Onyega tavak partvidékein és kiküszöbölhető a Néva folyónak az olvadáskor tapasztalható áradása. A továbbiak során ki kell dolgozni a Néva folyam vízkészleteinek szabályozására vonatkozó részletes előírásokat azzal, hogy a lehetséges maximális szinten feleljünk meg a vízgazdálkodási komplexum előírásainak, nevezetesen $7,1 \text{ km}^3/\text{év}$ vízkivétel és a Névai szabályozó hidroközpont megléte esetén/:

- változatlanul meg kell őrizni a garantált /95 %-ban/ navigációs vízfelhasználást a Néva folyóban, amely egyenlő $2000 \text{ m}^3/\text{s}$;

- növelni kell a Néva folyó 95 %-ban biztosított minimális átlagos havi vízfogyasztását a természetes körülmények között $940 \text{ m}^3/\text{s}$ -ről $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ -re, amely a tervfeltételek által előírányzott mennyiség;

- nem szabad csökkenteni a Néva folyó folyását a vízhiányos években $50 \text{ km}^3/\text{év}$ mennyiségnél kisebbre;

- a vízfelhasználást a Néva folyó befagyási időszakában csökkenteni kell $1400-1700 \text{ m}^3/\text{s}$ -re /annak érdekében, hogy likvidálhassuk a befagyásból eredő áradásokat Leningrád keleti kerületeiben/;

- a Ladoga és az Onyega tavak szintingadozásának természetes diapazonját meg kell őrizni, de csökkenteni kell ismétlődési gyakoriságukat és a magas vízállások folyamatosabb idejű fennmaradását, amelyektől az említett tavak partvidékén áradások kisérnék;

- el kell érünk azt, hogy a Néva folyó folyását regisztráló hidrográf a jégmentes időszakban elnyújtott folyamatos magas vízállást jelezzen maximális szinten a nyár közepén.

A Néva folyó medencéjéből történő vízelterelések problémakörében döntő jelentőségű a Névai öböl közegészségügyi állapotával kapcsolatos kérdések, mert ebbe az öbölbe torkollanak a Leningrádi agglomerációs körzetből származó szennyvizek. A hidrológiai rend és a vízminőség viszonylag nem nagy változásainak ellenére egyelőre nem tanácsos a $7,1 \text{ km}^3/\text{éves}$ szintet meghaladó vízkivételt tervezni. Az alapvető indoka ennek az, hogy a 2000. évre készített közegészségügyi előrejelzés úgy készült el, hogy nincs meg a szükséges hidrobiológiai indokolása. Olyan speciális komplex kutatásokra van szükség, melyeknek fő célja annak értékelése, hogy milyen lehetséges módon változnak meg a természetes vizek minőségének értékelésére szolgáló általános mutatók /az oxigén biokémiai felhasználása, a bichromatikus oxidálódás stb./ az öböl mindinkább növekvő biogén megterhelésének következtében.

Az Onyega folyó vízfolyása egy részének átiránvitása a Volga folyó medencéjébe

Az Onyega folyó rendkívül magas viszonylagos vízhozamával tűnik ki; átlagos éves vízhozama a torkolatban mérve $15,8 \text{ km}^3$. Az Onyega folyó medencéjében ritka a lakosság, a népgazdaság jelenlegi vízszükséglete pedig jelentéktelen hányadát teszi ki a meglévő vízkészleteknek.

A Kargopolnál $1,8 \text{ km}^3/\text{évre}$ tervezett vízkivétel együtt jár majd a Lács és a Dvozse tavak ill. a Szvir folyó vízrendjének szezonális szabályozásával is. Ennek kapcsán a Dvozse folyó medencéjéből kifelé irányuló vízfolyás csaknem egészében /94 %/ átirányításra kerül, míg a Lács medencéjéből kifelé irányuló vízfolyások az Onyega folyó felső szakaszának utánpótlására.

A Dvozse tó kifolyásainak átirányításával kapcsolatban tervezett intézkedések megvalósulása esetén a tó tavasszal a jelenleginél $0,2 \text{ m}$ -rel alacsonyabb szintre töltődik fel. A Lács-tó éves maximális vízszintje gyakorlatilag nem változik meg, ugyanakkor a tavak magas vízszintjének fennállása bizonyos mértékben rövidebb ideig lesz meg /főként a közepes csapadéku és a viszegény években/. Az évek többségében a téli időszakokban csökken. Mindez együttesen bizonyos mértékben elősegíti az erősen elmozsarasodott partmenti területek lecsapolásával kapcsolatos feltételek javulását.

A vízkivétel csak kismértékben befolyásolja az Onyega folyó vízügyi, jegesedési, termikus és vegyi rendjét. A vízgazdálkodás alapvető területeinek egyetlen többé-kevésbé szigorú követelménye az, hogy megmaradjon /95-100 %-os garanciával/ az egészségügyi vízhasználat minimális mértéke a folyó torkolatában, amely jelenleg $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

A vízátirányítás negatív következményei a következők lehetnek:

- az Onyega folyó felső és középső folyásán csökkenhet a vízszint, amely megnehezíti a lazacfélék feluszását és ikrázását;

- csökkenhet a Lács-tó áteresztő képessége, amely egyes években kellemetlen következményekkel jár a téli időszakban.

Az Onyega folyó Kargopolnál tervezett $1,8 \text{ km}^3/\text{éves}$ szintű vízkivétele jelentéktelenségénél fogva /a Kaszpi-tengerbe irányuló víztömeg teljes mértékének $0,6\%$ -ánál kevesebb/ önmagában véve kevésbé hatékony. Ilyen mértékű vízkivételt csak úgy lehet tekinteni, mint a vízkészletek területi átcsoportosítására irányuló nagyléptékű intézkedések első szakaszát; ilyen nagymértékű intézkedések pl. a "Felső-Onyega" /együtt az Onyega-Vodlinai összeköttetéssel/ és az "Onyega-öböl" változatok.

A "Felső-Onyega" változatban az Onyega folyóból történő vízkivételt Konyevo falunál javasolják megvalósítani $6 \text{ km}^3/\text{év}$ mértékben. Ezenkívül még további $2 \text{ km}^3/\text{éves}$ átirányítást lehetne elvégezni az Onyega tó medencéjéből az Onyega-Vodlinai összeköttetésen keresztül. Ez a változat egy sor előnnyel jár, többek között:

- a vízátcsoportosítás volumene növekszik / $1,8 \text{ km}^3/\text{évről}$ $8 \text{ km}^3/\text{évre}$ /;

- a vízfolyás éves szezonális szabályozása megvalósul a Vodlo-tó és az Onyega-Vodlinai víztározó segítségével;

- csökkenhet a mederkotrás mennyisége a Sekszna folyónál;

- jelentős megtakarítás érhető el a víz átszivattyuzásához szükséges energia terén /az Onyega tó medencéjéből átirányítandó víz a 80 m helyett 20 m -re csökken/.

Az "Onyega-öböl" változat, amelynek lényege abban áll, hogy az Onyega-öblöt óriási édesvízi víztározóvá alakítják át, alapvetően megoldhatja a csucsidőszakban átirányítandó vizek problémáját egészen $35-40 \text{ km}^3/\text{év}$ vagy annál nagyobb mennyiségben is. Ugyanakkor azonban az "Onyega-öböl" változat még felettébb csekély mértékben került kidolgozásra ahhoz, hogy jelenleg valamilyen határozott véleményt lehessen mondani a megvalósításából származó hatékonyságról, ökológiai célszerűségéről és technikai lehetőségeiről.

A Szuhona és a kis Északi-Dvina folyók részleges átirányítása a Volga folyó medencéjébe

A Szovjetunió európai területének északi határánál található Szuhona folyó, csakugy mint észak többi folyója is, rendkívüli vízhozamával tűnik ki. A Kamcsugnál mért éves átlagos vízhozama $10,7 \text{ km}^3/\text{év}$.

A Szuhona folyó vízhozama nagymértékben felülmulja a helyi lakosság és az ipar vízszükségletét. Ezzel kapcsolatban a leginkább komoly korlátozásokat a vízi szállítás jelentheti a vízkivétel lehetséges mértékének szempontjából.

Amennyiben Kamcsugnál $4,8 \text{ km}^3/\text{év}$ mennyiségű vizet veszünk ki, az Észak-Dvina folyó vízügyi, jegesedési, termikus és hidrokémiai rendjében bekövetkező változások jelentéktelenek lesznek.

Egészeiben véve úgy véljük, hogy a vízkivétel tervezett mértéke kedvezően hat a népgazdaság számára, az alábbi területeken például:

- megjavulnak a mezőgazdasági termelés feltételei a Kubenyi tó partvidékén /főként annak következtében, hogy a tó magas vízállásának időtartama lecsökken/;

- az erősen elmoszarasodott Szuhona-menti síkság nagyrésze megszabadul az éves elöntéstől /kb. 20.000 hektár/;

- a Felső-Szuhonán megjavulnak a hajózási feltételek;

- az Északi-Dvina teljes hosszában csökken a torlaszképződés. Ugyanakkor télen csökken a vízfelhasználás közvetlenül a vízkivételtől lejjebb, ami kedvezőtlenül hat a terület természeti feltételeire.

A Kubenyi tó szintjének változása a tervezett feltételek között teljes mértékben szabályozhatóvá válik. A tó vízszintjének éves maximális szintje és a magas vízállás többszöri változása észrevehetően ritkul, a nyári-őszi időszakban mért vízszint a korábbiakhoz hasonló lesz vagy kismértékben csökken. Mindez kedvezően kell, hogy befolyásolja a mezőgazdaságot.

Amennyiben a vízkivétel mennyiségét $15 \text{ km}^3/\text{éves}$ szintig emeljük, ez már a természeti környezetben jelentős változásokat hozhat. Ennek kapcsán létrejön a nagyságát tekintve óriási Veliko-Usztyogi víztározó. Maga a Szuhonna folyó ugynevezett anti-Szuhonává változna. Az Északi-Dvinán jelentős mértékben csökkenne a nyári-őszi és téli átlagos vízhozam, habár a tavaszi vízállás maximuma jelentéktelen mértékben csökkenne.

A Szuhona vízminősége már ma sem megfelelő. Éppen ezért rendkívül fontos, hogy a vízkivétel megkezdése előtt befejezzék a Vologdánál, Szokolnál és Kotlasznál lévő ipari központok víztisztító berendezéseinek építését és üzembeállítását. Nem egészen világos egyelőre, hogy a Vologda és a Szuhona folyók meglévő szennyezettsége miként hat majd az átirányítandó víz minőségére.

Külön tanulmányozást igényel majd az a kérdés is, hogy milyen sorrendben kell megvalósítani azoknak a berendezéseknek az építését, amelyek a Szuhona folyó vízfolyásának részleges átirányítását biztosítják. Így pl. a Szuhoni hidroközpontok /a Kotlaszi hidroközpont nélkül/ völgyzárógátjának létrehozása jelentős átalakításhoz vezet a Szuhona és a Jug folyók összefolyási öveze-

tében, és főként magánál a kis Északi-Dvinánál /egyrészt a Jug folyó alsó szakaszán lerakódott hordalék kimosása miatt, másrészt a Vicsegda folyótól származó duzzasztás növekedése miatt stb./.

Kotlasz alatt az Északi-Dvinán magán végbemenő mederfolyamatok is megkövetelik a szükséges figyelmet. A folyó közepes vízhozamának jelentős mértékű csökkenése és a lerakódások akkumulálódása a Veliko-Usztyogi víztározóban szükségképpen ahhoz a következményhez vezetnek, hogy a mederképzési folyamat megváltozik.

Az őszi-téli időszakban az Északi-Dvina vízhozamának csökkenése miatt gyakoribbá válik és hosszabb ideig tart az enyhén sós tengeri víz behatolása a delta ágaiba, ami kedvezőtlen hatást gyakorol Arhangelszk város édesvízi vízgyűjtőire és még szükségessé válhat az is, hogy ezeket más bázisterületekre helyezték.

A Pecsora folyó vízfolyásának részleges átirányítása a Volga folyó medencéjébe

A Pecsora folyó a Szovjetunió európai területe északi részének legnagyobb vízhozamu folyamaihoz tartozik /a torkolatnál mért éves vízhozam 130 km^3 /. A vízkivételt $13,8 \text{ km}^3/\text{év}$ mennyiségre tervezik. Az ezzel kapcsolatban tervezett Mitrofánovói hidroközpont jelentős szabályozó hatást gyakorol a Pecsora középső folyására, amelynek következtében az Uszty-Sugora szakaszon magas vízállás és tavaszi áradások gyakorlatilag egyáltalán nem fordulnak majd elő. A vízfolyás csökkenésének következtében a Pecsora folyó árterületének ártéri legelői átlagosan az év csapadékosságától függően 65 ezer hektárral csökkennek, amiből 40 ezer hektár a Pecsora folyó középső folyásába esik; ez viszont jelentős kárt okoz a Szovjetunió európai területének észak-keleti részén folytatott állattenyésztés fő takarmánybázisának.

A Mitrofánovói víztározó létrehozásával mintegy 2600 km^2 területű erdőt /elsősorban értékes tülevelű fajtákat/ és mintegy 60 km^2 mocsarat és elmocsarasodott földeket árasztanak el. Ez ahhoz vezethet, hogy a Pecsora vize humuszossá válik és romlik minősége. Többek között magában a víztározóban a vízben oldott szerves anyagok tartalma 2,5-3-szorosára növekszik, az amónium-nitrát pedig 7-lo-szeresére. Az egész Pecsorai medence halgazdasága is kárt fog szenvedni.

A hordalék leülepedése a Mitrofánovói víztározóban, a nagy mennyiségű talajkimosódás a mellékfolyókból stb. megváltoztathatják a duzzasztó alatti vízszint meder-rendjének típusát.

Ily módon a Pecsora folyó egy részének kiemelése jelentős számú negatív következménnyel járhat, ökológiai, szociális és gazdasági szempontból is. Ezzel kapcsolatban fontos megemlíteni azt, hogy nem tűnik célszerűnek a viszonylag nem nagy mennyiségű vízfolyások sok éves szabályozása, ha a megoldandó alapproblémához viszonyítunk: a Szovjetunió európai területének déli részén keletkező visszafordíthatatlan veszteségek kompenzá-

lása és a Kaszpi tenger szintjének stabilizálása. Annál is inkább, mert ez drága áron lenne elérhető és annak figyelembevételével nélkül, hogy az adott évben az ország déli körzeteinek mik a reális szükségletei. Szükséges éppen ezért először is jelentősen csökkenteni a Mitrofánovói víztározó méreteit azzal, hogy csökkentsük a Pecsora folyó medencéjéből átírányítandó víz mennyiségét $13,8 \text{ km}^3$ -ról $8\text{-}10 \text{ km}^3$ /éves szintre. Ennek kapcsán évenként lehetőség nyílik arra, hogy a Középső-Pecsora tavaszi mezőgazdasági szükségleteit fedezzük. A Szovjetunió Állami Hidrológiai Intézetének előzetes értékelése szerint mintegy $4\text{-}6 \text{ km}^3$ mennyiségű víz kiengedése elég ahhoz, hogy a Pecsora teljes vidékén eláraszthatassák a leginkább értékes árterületi réteket /időzítve a mellékfolyók maximumához/. Másodsorban pedig a lehető leghamarább el kell jutni ahhoz, hogy a vízfolyások kivételének egyéb variánsai is kidolgozás stádiumába kerüljenek, nevezetesen az u.n. nyugati variáns /az Izm folyón át Szosznogorszkig és tovább az Izsm-Nibel vízvázalstón keresztül a Mitrofánovói víztározóba/ és az u.n. keleti változat /a jobboldali Urali mellékfolyók torkolati részeiből/.

Az Ob folyó medencéjéből történő részleges vízfolyás- átterelés Közép-Ázsiába

Az Ob folyó a Szovjetunió három legnagyobb vízfolyású folyamának egyike. Az Ob éves vízhozama 395 km^3 , ami 12% -kal haladja meg a Szovjetunió északi és észak-nyugati európai területén donor-folyóként szobajöhethető folyók összes vízhozamát /a Néva, az Onyega, az Északi-Dvina és a Pecsora folyók/. Már évek óta úgy tekintik az Ob és az Irtis folyót, mint egy igen kellemes forrását annak, miként lehetne megszüntetni a középső körzet déli részén tapasztalható vízkészlet-hiányt tekintettel arra, hogy az Ob felső folyása, továbbá fő mellékfolyama, az Irtis igen közel van Kazahsztán déli részének, illetőleg Közép-Ázsia aszályos területeihez, továbbá nem jelentős a vízvázalstó magassága sem és a víz továbbítására rendelkezésre áll az Ubagano-Turgai völgy. Ugyancsak lehetőségként figyelembe vették a Jenyiszej medencéjéből történő pótlólagos vízfolyások igénybevételét is.

Az Ob folyó medencéjének vízkészlete, különösen az Irtis készletei széles körben kerülnek felhasználásra helyi szükségletek kielégítésére. Ezzel kapcsolatban a vízfolyás-átírányítás lehetséges mértékének meghatározásakor figyelembe kell venni az állandóan növekvő vissza nem térülő vízhasználatot is. A Hidrológiai Intézet értékelése szerint a vízfolyás vissza nem térülő veszteségei a 2000. évben a gazdasági tevékenység fejlődésének következtében az Irtis folyó medencéjében eléri a 17 km^3 -t évente, összességében pedig az Ob folyó medencéjében a 25 km^3 /év szintet /ez a torkolatnál mért vízhozamaik 20 ill. $6,5\%$ -a/. A Szozjugiprovodhoz /a Szovjetunió vízgazdálkodásával foglalkozó szövetségi intézet/ előzetes becsléseinek adatai szerint az Ob folyó medencéjében a vissza nem térülő vízveszteségek összessége a 2000. évre még nagyobb lesz.

Az Ob folyó medencéjében a folyóvizek vízrendjére rendkívül nagy hatással van és a jövőben is igen nagy hatást gyakorol a víztározók megléte is. A jelenleg meglévő és tervezés alatt álló víztározók teljes összesített befogadóképessége a 2000. évre eléri az 50-55 km³-t, amely az Ob folyónak a torkolatánál mért éves vízhozama 14 %-át teszi ki. A vízfolyásoknak a víztározók által történő évközi ujrafelosztása eredményeként az Ob vízfelhasználása az Irtis torkolatától lejjebb maximális vízállás esetén 4000-5000 m³/s-sel /15-20 %-kal/ csökken, míg január-márciusban a vízfolyam növekedése lesz tapasztalható, mintegy 1000-1400 m³/s mennyiséggel /30-40 %-kal/. Az Ob, az Irtis, az Isim, a Tobola felső folyásain elhelyezkedő víztározók által az Ob alsó folyásának vízrendjére gyakorolt hatást kedvezőnek lehet értékelni, mely mérsékli, ha kismértékben is, a folyó-medence völgymenti részének természetes tulpadékosodását. A téli vízhozam gyarapodása kismértékben csökkenti a téli vízrend esetében azokat a kedvezőtlen következményeket, amelyeket az átírányítással történő vízkivétel okozhat. A vízfolyások éves szabályozása pedig lehetővé teszi azoknak a hatásoknak a mérséklését, amelyeket a gazdasági célokra történő vissza nem térülő vízkivételek gyakorolnak az Ob folyó rendjére.

Az Ob folyó medencéjében mindinkább növekvő vízszükséglet /a mezőgazdaság, az Urali és a Kuszbasi iparvidék, a kőolaj és a földgáz intenzív kitermelésének stb. szükségleteire/, valamint az, hogy feltétlenül szükséges a folyó haltermőképességének és szállítási jelentőségének megőrzése ezen a vízhálózaton, behatárolják annak mértékét, hogy mennyi vizet lehet átírányítani a déli körzetekbe az Ob és az Irtis vizeiből. Számítások megmutatták, hogy az Ob folyó medencéjének vízkészleteiből legfeljebb 25 km³ mennyiségű vizet szabad évente kiemelni anélkül, hogy különösebb kárt okoznánk ezzel a természeti környezetnek, vagy a népgazdaságnak. 60 km³/éves szintű vízkivétel és a 2000. évre tervezett gazdasági tevékenység intenzitása mellett az Ob alsó folyásának szintje és hozama az eddig hosszú éveken keresztül megfigyelt minimum szint alá csökken, amely egy sor kedvezőtlen következményhez vezethet.

Az elvégzett távlati értékelések megmutatják, hogy amennyiben az Irtis alsó folyásából 25 km³ vizet és az Ob folyóból Belogorje falunál 60 km³ vizet veszünk ki évente, és ha a gazdasági tevékenységi szint 2000. évre tervezett eléri, a következő következményekre lehet számítani:

a/ Az Ob torkolatánál az éves vízhozam átlagosan 13-22 %-kal csökken; egyes hónapokban, a csapadékhiányos években, a vízhozam a sok éves minimum alá csökkenhet vagy elérheti azt, mindemellett ennek a jelenségnek az ismétlődése az év meleg időszakában 20-35 %-kal nőhet;

b/ A folyók vízhozamának változása a vízszint új rendjének kialakulásához vezethet. A vízkivétel helyétől lejjebb /Belogorje falutól lejjebb/ az év forró időszakában a szint 1-1,5 m-rel csökken. A vízszint rendjében leginkább jelentős negatív következményekkel a Toborszki víztározó megépítése járhat /a

vizszint felduzzadása, területek elmocarasodása, a víztömegek humuszossá válása/, valamint az alsó Irtisen létrehozandó duzzasztóművek megépítése is /az átlagos vízszint 2-4 m-rel történő megemelkedése;

c/ Az Ob alsó folyásának legmagasabb vízszintjében bekövetkező csökkenésnek köszönhetően lelassul a mellékfolyókon eddig tapasztalt vízduzzasztásos jelenségek fejlődése, kismértékben javulnak a folyómenti területek lecsapolásához szükséges feltételek és 3-5 %-kal csökken a mélyföldi mocsarak területe. Az Ob alsó folyásának medencéjében meglévő oligotrof mocsarak struktúrája és hidrohőmérsékleti rendje nem szenved különösebb változást. Ugyanakkor annak következtében, hogy az Ob alacsony vízállásai gyakoribbakká válnak és csökkennek a mellékfolyókon eddig tapasztalt vízduzzasztások, kedvező körülmények jönnek létre a kiszáritáson alapuló talajjavítás elvégzésére;

d/ Megváltozik az árterület elárasztásának rendje. Az Ob alsó folyásának árterületén az árasztásos terület átlagosan 11 ezer km^2 -ről 8-9 ezer km^2 -re csökken; 0,5-1 hónappal csökken az áradás időtartama is, amely az alsó Ob árterület szélsőséges tulnedvesedésének szempontjából kedvező jelenségnek tekinthető.

Abban az esetben, ha a Novoszibirszki víztározóból 35 km^3 /év és az alsó Irtisből 25 km^3 /év mennyiségű vizet veszünk ki, az Obi árterület teljes elárasztásos területe Novoszibirszktől a folyótorkolatáig átlagos csapadéku években 24,4 ezer km^2 -ről 15,6 ezer km^2 -re csökken. Az Irtis folyó becsatlakozása feletti árterület egyáltalán nem kerül elöntésre;

e/ Az Irtis alsó folyásánál az átirányításra szolgáló vízkivétel és a gazdasági tevékenység következtében létrejövő vissza nem térülő vízveszteségek - annak ellenére, hogy a duzzasztóberendezések völgyzárógátja megépül - arra vezetnek, hogy csökken az árterület összterülete mintegy 800-1200 km^2 -rel a vízszint tetőzésének időszakában számolva.

f/ Az Ob folyó vízmérlegének változása nem túl nagy és kifejezésre jut /változatlan csapadékviszonyokat feltételezve/ a párolgás miatt bekövetkező vízveszteség bizonyos mértékű növekedésében /9 km^3 /év szintig, azaz a természetes viszonyok közötti kipárolgás 1 %-áig/. A párolgásból származó veszteségek részben /1-2 km^3 /év/ kompenzálva lesznek azáltal, hogy a helyi folyások kismértékben növekednek annak következtében, hogy javulnak az elárasztásos területeken és az öntözött földek körzetében a víz visszajutásának feltételei. Az árterületekről származó párolgásból adódó veszteségek változása a vízfolyások átirányítására vonatkozó összes változat esetében /beleértve a Novoszibirszki víztárolóból 35 km^3 /év mennyiségű víz elvezetésére vonatkozó változatot is/ nem haladja meg a 0,2 km^3 /év szintet;

g/ Az Ob folyó melegfolyása 10-20 %-kal csökken. Ennek következtében az Obi öbölben a jég beállásának időtartama 10-20 nappal növekszik.

Figyelembevételét, hogy az Irtis vízfolyásának lehetséges csökkenése bekövetkezik a víz helyi gazdasági szükségletek céljaira történő intenzív kiemelésével, az Ob folyó medencéjének vízkészletei felhasználására, ill. ezen vízkészleteknek a Szovjetunió középső területeinek déli részeire történő továbbítására kidolgozandó komplex tervben célszerű lenne figyelembe venni annak lehetőségét, hogy az Irtist pótlólagos vízeszőkökkel lássuk el az Ob folyó felső és középső folyásának terhére. Ebből a szempontból érdekességre tarthat számot az a változat, miszerint 35 km³/éves vízmennyiséget vennénk ki a Novoszibirszki víztározóból azzal, hogy a vizet továbbítanák az Irtis-Közép-Ázsia csatorna felső részéhez. Ennek a változatnak a megvalósítása lehetővé tenné, hogy az Irtis árterületét évente elárasszuk és megőrizzük a hajózáshoz szükséges vízmélységeket. Az így átirányítandó vízmennyiséget részben fel lehetne használni a Kulundini sztyeppe és az Irtis-mellék öntözésére.

A vízátirányítás utvonalai

A Szovjetunió európai területének északi és észak-nyugati részén lévő folyók vízfolyásának részleges, a Volga folyó medencéjébe történő átirányításához alapvető utvonalként a Sekszna folyót tervezik igénybevenni. Előirányozták azt, hogy ennek a folyónak a medre 1,5-2,5-ször több vizet tud majd átengedni, ami megköveteli azt, hogy óriási folyam-mederkotrás munkákat végezzenek el. Ugyanakkor a folyó-mederkotrás munkálatokat a Sekszna folyón minimumra lehet csökkenteni, amennyiben:

- előirányozzák a víz kompenzációs átirányítását az Onyega tóból /vagyis azokban az időszakokban, amikor a Fehér tóba irányuló vízfolyások magas szintűek, csökkenteni vagy teljesen be kell szüntetni a vízátirányításokat és fordítva/;

- növelik a Sekszna folyó vizierőműveinek áteresztőképességét és kismértékben csökkentik a minimális navigációs szintet a vizierőmű duzzasztóműve fölötti vizen /ebben az esetben a Sekszna folyó forrása szinte egyáltalán nem a vizierőmű és a beletorkolló folyók által létrehozott vízduzzasztásban lesz/;

- megváltoztatják a Kubeni-Sekszinói csatorna utvonálát annak legnyugatibb részén és a vizet, amelyet a Szuhoa és az Onyega folyóból irányítanak át, elirányítják a Szizmini öbölbe közvetlenül.

A Szovjetunió ázsiai területén - amint azt korábban is megjegyeztük - a szibériai folyók folyása egy részének átirányítása azzal a céllal került előirányzásra, hogy jelentős mértékben növeljék Kazahsztánban és Közép-Ázsiában az öntözhető földterületet. Ezzel kapcsolatban három rendkívül fontos kérdésre kell figyelmet fordítani, mely kérdésektől nagyban függ a vízfolyás célszerűsége maga, és amelyekre eddig valahogy még nem akadt megfelelő válasz:

1. Milyen lesz a víz hordalékosodása az Irtis-Közép-Ázsia csatorna végénél? Különböző szakértők becslése szerint eléri a

0,4-4,0 ezreléket is. Mellesleg a 4-5 ezrelékes mértékben elhordalékosodott víz már nem használható a gyapot és a zöldség-kultúrák rendszeres előntésére;

2. Milyenek lesznek a filtrációból származó veszteségek az Irtis-Közép-Ázsia csatornán? Rendkívül előzetes becslés szerint ezek a veszteségek, amelyek a csatorna falán történő átszűrődésből következnek, elérik a 7-10 %-ot az átirányítandó víz mennyiségéhez képest;

3. Lehetséges-e az Irtis-Közép-Ázsia csatorna vonala mentén elterülő földek tömeges öntözése Kazahsztán egészét tekintve /figyelembevéve a termékeny talaj keskeny voltát és a kloridok és a szulfátok magas koncentrációját az altalajban/? Mennyi vizet kell hagyni az Ob-Irtis medence helyi szükségleteinek kielégítésére?

Egyelőre még az sem világos, milyen mederfolyamatok játszódnak majd le az Irtis-Közép-Ázsia csatornában. Az az egyetlen kétségtelen csupán, hogy ezek a folyamatok elősegítik a csatorna elcsékyesedését és kiszélesedését, vagyis áteresztőképességének csökkenését. Gazdasági szempontból nézve olyan mély csatornát kell építeni, amelyet csak lehet, de ez magas fenntartási költségekhez vezethet. Előfordulhat az is, hogy ezek a fenntartási költségek rendkívül magasak lesznek. A csatorna kezdeti méreteivel és keresztmetszetének formájával kapcsolatos kérdés, továbbá a beruházási és fenntartási költségek közötti optimális kölcsönvisztonnyal kapcsolatos probléma még döntést igényel.

A fő-csatorna üzemeltetése, működtetése során nagy jelentőséggel bír a jegesedési jelenségek helyes számbavétele. Annak érdekében, hogy megelőzzük a jégtáblák felgyülemlését és jégdugók keletkezését:

- a/ Az őszi jégképződés időszakában a folyássebességet nem szabad 0,4 m/s fölé engedni;
- b/ A téli időszakban változatlan vízszintet kell tartani;
- c/ Feltöltés időszakában a vízszintet 50 cm/napnál nagyobb intenzitással nem szabad növelni.

A csatorna jelentős hatást gyakorol a hozzátartozó területekre is. A helyenként több tíz km mélységig benyúló sávban megfigyelhető lesz majd a talajvizek megjelenése vagy szintjének növekedése és ennek következtében tapasztalható lesz a terület előntése vagy másodlagos elmozdítása, sőt fordítva, végbemehet a környező terület kiszáradása /drenálódása/. A csatorna hatásának övezetében elhelyezkedő vízfolyások és tavak egy részéigégszítő vízforráshoz jut, néhány vízfolyás és tó azonban kiszárad.

A szibériai folyók folyása egy részének átirányításával az Aral-tenger medencéjében fejlődik az öntözés, ami ahhoz vezet, hogy az u.n. visszatérő vizek mennyisége nő, mely vizek a már megnövekedett hordalékosságuk következtében nem használhatók fel a földek előntésére, s ezért vissza kell őket az Aralba irányítani. Az így létrejött vízfolyások mennyisége /40-60 km³/éves

szintű vízatterelést figyelembevéve/ elég lesz ahhoz, hogy a tengerszintet optimális szinten tartsuk. Ebben az esetben ugyanakkor szükség lesz egy egyszeri, a folyamat elején megvalósítandó vízfeltöltésre, ami közvetlenül az Aral-tengerbe irányul.

Az Ob medencéjéből Közép-Ázsiába történő vízfolyásatterelés megvalósítása ily módon nemcsak azt teszi lehetővé, hogy ebben a körzetben fejlesszük az öntözést, hanem reális alapokat teremt ahhoz is, hogy az Aral-tó természetes egyensúlyát helyreállítsuk és megőrizzük, amely már kritikus állapotban van annak következtében, hogy a Szir-Darja és az Amu-Darja által szolgáltatott víz progresszív módon csökken /az antropogén tényezők következtében/.

Következtetések

A vízfolyásoknak a Szovjetunió területén történő földrajzi övezetek közötti átcsoportosításával kapcsolatos probléma jelenleg a műszaki-gazdasági előkészítés stádiumában van. A tudományos kutatások és tervezési munkálatok eredményeként jelenleg a probléma megoldására egy sor lehetséges változat létezik. Ugyanakkor ezek megalapozottságának szintje és előkészítettségük különböző. Ennek kapcsán ugyanakkor még a jelenleg vizsgálat alatt álló változatok egyikével kapcsolatban sem lehet nyilvánvalóan határozatot hozni a gyakorlati megvalósítást illetően.

A vízátirányítás rendkívül magas költségei /az egyes változatokban ez 20-400 millió rubelre tehető minden km³ vízre számítva/ és a természeti környezetre gyakorolt rendkívül komoly teherhatás megköveteli azt, hogy részletesen kidolgozzuk a probléma társadalmi-gazdasági és ökológiai oldalait is.

Ahhoz, hogy végleges határozatot lehessen hozni és ki lehessen választani a vízfolyás földrajzi övezetek közötti átirányításának leginkább perspektivikus változatát, szükség van még pontosabban meghatározni magát a feladatot. E feladat megoldásai lényegesen különböznek majd egymástól attól függően, miként állítjuk fel e feladatot: szó lesz-e arról, hogy részben vagy teljes mértékben kompenzáljuk - az északi és szibériai folyók egy részének átirányításával - a vízfolyás antropogén veszteségeit a déli tengerek medencéjében; szó van-e e tengerek szintjének további csökkentése megelőzéséről és a hidrokémiai rend megváltoztatásáról; vagy pl. kitűzzük-e célul azt, hogy perspektivikusan egységesen szabályozható országos vízgazdálkodási rendszert hozunk létre, olyat, amely a hidrológiai, hidrokémiai és hidrobiológiai rend ingadozásait optimális szintre állítja be.

A vízfolyás részleges átirányításának szükségessége és a kitűzött tervezett intézkedések megvalósítása sorrendjének megindoklása során feltétlenül figyelembe kell venni a klíma antropogén és természetes ingadozásaira vonatkozó prognózisokat. Az elkövetkező 20-30 év "klimatikus szituációjától" függően a probléma megoldásai lényegesen különbözhetnek egymástól.

Rendkívül fontos annak szükségessége, hogy megalapozottabban hasonlíthassuk össze a javasolt változatokat, azok szociális-

gazdasági hatékonyságát a "hasznok-károk" függvények részletes megvizsgálásának alapján, beleértve a negatív ökológiai következmények pénzbeni kifejezésének értékelését is. Egy ilyen értékelés természetesen rendkívüli nehézséget rejt magában, mint-hogy nem mindent lehet rubellel mérni. De ugyanakkor ez szükséges és lehet, hogy azoknak az elképzeléseknek a jelentős megváltozását vonja maga után, amelyek az átirányítandó víz értékére és a vízátirányítás egyes változatainak hatékonyságára vonatkozhat.

Hidrológiai szempontból szükségesnek tűnik továbbá annak tudományosabb megállapítása, hogy az átirányításra kerülő víz mennyiség mikor optimális volumenű és milyen rendben történjék. A tervszámítások alapjául szolgáló öntözési normák és rendszerek, amelyekre támaszkodva meghatározták országunk déli részének víz-szükségletét és a vízátirányítás általános volumeneit, nem tekinthetők eléggé megalapozottaknak. A részletes tudományos megindokláshoz szükség van arra, hogy felhasználjuk a modern meliorációs hidrológia teljes arsenálját, amelynek alapján az öntözendő földek vízügyi, hőmérsékleti és sómérlege elemeinek messzemenő figyelembevétele található.

A vízfolyások rendjének meghatározása sokoldalú tudományos és gazdasági megalapozást igényel abból a szempontból is, hogy meg kell oldanunk a Kaszpi és az Azovi tenger ill. az Aral-tó szintje, illetőleg sótartalma optimalizálásának problémáját.

Hidrológiai és hidraulikai szempontból nem kellőképpen megalapozott a vízfolyások átirányításának utvonala, az u.n. "antifolyók" rendje és a tervezett csatornák méretei ill. áteresztőképességük. Különösen vonatkozik ez a hosszúságában eddig még példa nélkül álló Irtis-Közép-Ázsia csatornára. A csatorna földmedrének egészen apró kis eltérései /egy sor tudós előrejelzése szerint/ okaivá válhatnak intenzív mederátalakulásoknak és a csatorna áteresztőképessége csökkenésének.

Az előzőekben kifejtettek arról tanuskodnak, hogy szükség van a vízfolyások területi átirányításával kapcsolatos probléma tudományos kutatásának folytatására és lényeges fejlesztésére ahhoz, hogy minél ésszerűbben oldhassuk meg e problémát. Ugyanakkor, amíg az első szakaszban a tudományos hidrometeorológiai értékelések és előrejelzések elsősorban a térképre, rajzasztalra alapozott megfigyeléseken alapultak, úgy ezen értékelések további pontosításához elengedhetetlenek további természetes adatok beszerzése, amelyeket úgy lehet összegyűjteni, hogy expedíciós komplex kutatásokat, tudományos bázisokat és állomásokat szervezünk a vízfolyás kivételezésének, továbbításának és felhasználásának körzeteiben.

IRODALOMJEGYZÉK

1. SZOKOLOV, A.A. - SIKLOMANOV, I.A./szerk./: A vízkészletek földrajzi övezetek közötti újrafelosztása /hidrológiai számítások, prognosztikai értékelések. Leningrád, 1980. Hidrometeorizdat. 371 p.
2. ALJUSINSZKAJA, N.M. - VOLFCUN, I.B. - MARKOVA, O.L. et al.: A Szovjetunió folyamainak vízrendjében bekövetkező változások a vízfolyások egy részének kivétele esetén. In: A modern hidrológia problémái. Leningrád, 1979. Hidrometeorizdat. pp. 106-128.
3. SIKLOMANOV, I.A. - GEORGIJEVSZKIJ, V.Ju.: A Kaszpi tenger vízszintjének stabilizálásához szükséges vízfolyás-átterelések. - Állami Hidrológiai Intézet. 1978. 225. sz. pp. 3-18.

A FELSZINI VIZEK MINŐSÉGI VÁLTOZÁSAINAK ELŐREJELZÉSE

A VIZFOLYÁSOK ÁTIRÁNYÍTÁSÁNAK KÖRZETEIBEN

A. A. Zenyin - E. M. Lebegyeva

Az északi és a szibériai folyók vízfolyása egy részének területi újrafelosztása a vízkivétel körzeteiben, a továbbítás utvonalaiban, valamint az átirányított vízfolyás felhasználási körzeteiben változásokat okozhat a víz kémiai minőségében. Ezeknek értékelése fontos eleme az arra vonatkozó prognózisnak, hogy a vízfolyás átirányítása miként hathat a természeti környezetre.

A természetes víz minősége függ vegyi összetételétől, a benne lévő anyagok koncentrációjától, az egyes komponensek egymáshoz, valamint a növényi és állati szervezetekkel kialakuló kölcsönhatásától, a víz fizikai jellemzőitől, hidrobiológiai és egyéb jellemzőitől. Ezért a víz minőségének közelítőleg teljes értékű jellemzésére csak a komplex jellemzés szolgálhat.

Az északi és szibériai folyók egy részének átirányításával kapcsolatos intézkedések tervezése egyelőre kezdeti stádiumban van. Természetes, hogy ennek megfelelő állapotban kell lennie a vízfolyások újrafelosztási övezeteiben meglévő felszíni vizek vegyi összetételének előrejelzésére vonatkozó módszertannak, míg az e módszertan alapján kapott prognosztikai eredményeket úgy kell tekintenünk, min amelyek előzetesek és igen közelítő jellegűek. A víz minőségére vonatkozó előrejelzés végleges formájában majd a részletes hidrológiai és vizgazdálkodási előrejelzéseken alapul.

A víz vegyi összetételére vonatkozó előrejelzés céljából össze kell állítani a vízfolyások átirányítási övezeteiben elhelyezkedő vízügyi objektumok hidrobiológiai viszonyaiban bekövetkező változások előrejelzését és ki kell dolgozni a víz védelmére irányuló intézkedéseket. A víz vegyi összetételében bekövetkező változások előrejelzésének jelenlegi szakaszában úgy időben, mint kiterjedésben is közelítő mutatók használatosak. A vegyi mutatók vagy kémiai jellemzők száma ugyancsak a legjellemzőbbekre és legfontosabbakra korlátozódik: hordalékosodás vagy ásványosodás, a fő ionok, színáteresztőképesség, a permanensan oxalálódás, a nitrogén és foszfortartalom.

A víz minőségére vonatkozó előrejelzés feladata három szakaszra bontható:

- a különböző vizek vízminőségének jelenlegi állapotának értékelése;

- a vizek vízminőségének előrejelzése az 1990-2000. évek-re, figyelembe véve a népgazdaság fejlődését, de figyelmen kívül hagyva a vízfolyás részleges átirányítását;

- a vizek vízminőségének előrejelzése az 1990-2000. évekre, figyelembevéve a népgazdaság fejlődését és a vízfolyások részleges átirányítását.

A felszíni vizek vegyi összetételének alakulására leginkább hatást gyakorló emberi gazdasági tevékenységek főbb fajtáihoz az alábbiakat sorolhatjuk: az ipar, a mezőgazdaság, a kommunális gazdaság, a vízi szállítás ágazatainak fejlődése; a hidrotechnikai építkezés /folyószabályozás, csatornaépítés/; a vegyszerek esővízzel történő bejutása a vizekbe a mezőgazdasági területekről, városokból és lakott területekről.

A folyókra, a tavakra, a víztározókra és a csatornákra vonatkozó prognózis-számítások a már kialakult hidrokémiai viszonyok időszakára vonatkoztatva készültek el.

A felszíni vizek vegyi összetételének előzetes prognosztizálása során a következő feltételezésekből indultunk ki:

- a víz vegyi összetételére vonatkozó összes mutató konzervatív, vagyis a vizek öntisztulási folyamatait jelen esetben nem vesszük figyelembe;

- a vizekbe bejutó vegyszerek keveredési fokát 100 %-nak vettük;

- a folyók, tavak és víztározók vizsgált helyein és vízálmérő pontjainál mért víz hőmérséklet egyenlő az ezen objektumok víz hőmérsékletével a víztírányításra vonatkozó intézkedések megvalósítása előtt. Kutatási objektumainkat úgy választottuk ki, hogy azok összhangban legyenek a Szovjetunió európai, ill. ázsiai területén található vízkészletek újrafelosztásával kapcsolatos u.n. első vonallal.^x

A Néva folyó és a Ladoga-tó

Az Onyega tóból évi 7 km³ mennyiségben tervezett vízkivétel eredményeképpen a Néva folyó és a Néva öböl vízminőségében bekövetkező változást úgy vizsgáljuk, hogy egyrészt figyelembe vesszük a Néva öböl gazdaságfejlesztési perspektíváit, másrészt pedig Leningrád fejlesztési perspektíváit külön is. A vízminőség változásai a következők lehetnek:

- a Néva folyó torkolatában a víz hordalékosodása 4 %-kal növekszik, mert a kevésbé hordalékos Onyega-víz befolyása csökken. Elérheti a 63,5 mg/l-t a jelenlegi 61 mg/l hordalékosadási szinttel szemben;

^x A tervezett vízfolyás-átirányításokra vonatkozó konkrét adatokat a jelen gyűjteményben meglévő A.A. Szokolova, I.A. Siklomanov, R.E. Nyezsihovszkij, O.L. Markova által írott cikk tartalmazza.

- a Ladoga-tóba jutó ásványi foszfor a 2000. évre 1975-höz képest 1,3-szorosára, a nitrogén ásványi formái 1,2-szeresére növekszik. Amennyiben a 7 km³ vizet vesszük ki évente, a Néva folyó vizében lévő ásványi nitrogén koncentrációja 1,7-szeresére, míg a foszforé általában 1,2-szeresére növekszik.

A Néva folyó minimálisan szükséges egészségügyi vízhozama, abban az esetben, ha medencéjéből 7 km³ mennyiségű vizet emelünk ki évente, csak olyan feltételekkel garantálható, amennyiben sok éven keresztül szabályozni tudjuk a Néva folyó, a Ladoga-tó és az Onyega-tó szintjét, valamint befejeződnek Leningrád és környékének tisztítóberendezéseinek építési munkálatai.

Az Onyega-tó

Az Onyega-tó vizének átlagos hordalékosodása, avagy ásványosodása jelenleg mintegy 36 mg/l. A tó vizének vegyi összetételét alkotó komponensek a következő nagyságrenddel jellemezhetők: általános foszfor - 0,020 mgP/l, ásványi nitrogén - 0,18 mgN/l, szerves nitrogén - 0,36 mgN/l, vas - 0,07 mgFe/l, szilícium - 1,9 mgSi/l, permanganátos eloxidálódottság - 8,7 mgO/l, bichromátikus eloxidálódottság - 19,7 mgO/l, fényáteresztőképesség - 31°.

A 7 km³/év mennyiségű kivétel az Onyega-tó vizének vegyi összetételében a következő változásokat okozza:

- a tó vizének elásványosodottsága csökken 36 mg/l-ről 33 mg/l-re, mert megszűnik a Vityegorszki viz befolyása a tóba, amely az Onyega-tó összes belépő vizei közül a legmagasabb ásványi-anyagtartalma. Néhány évtized kell ahhoz, hogy kialakuljon az új ásványosodási egyensúly a tóba irányuló vízbefolyások, a tó víztömege és a tóból kifolyó vízfolyások között;

- a biogén anyagok koncentrációja vagy változatlan marad a jelenlegi szinthez képest /szerves nitrogén, általános foszfor, vas, szilícium/, vagy csak kismértékben növekszik /ásványi nitrogén 6 %-kal, ásványi foszfor 50 %-kal/;

- a szervesanyag-tartalom ugyanolyan marad, mint amilyen a jelenlegi körülmények között.

A tó vizének feltöltése során, amennyiben ez más vizekből történik, előnyt kell biztosítani a Szegozeroból történő vízátvezetésnek a Vigozerával szemben. Ez javítaná az Onyega-tó vízminőségét, míg a Vigozerából történő vízátirányítás rontja.

A Vitegra folyó és a Fehér-tó

Amennyiben az Onyega tóból évente 7 km³ vizet eresztünk át az anti-Vitegrán a Volga folyóba, ez a következő változásokat okozhatja a Vitegra folyó és a Fehér-tó vízminőségében:

- az anti-Vitegrán keresztül átírányítandó víz ásványosodottsági szintjét az Onyega-tóból kiemelt /36 mg/l/ és a Vitegr-

ra /146 mg/l/ folyóból származó víz ásványosodottsági szintjei határozzák meg, és így az 42,0 mg/l szintet ér el;

- az átirányítandó víz vegyi összetételének komponenseit a továbbiakban az Onyega-tó vízminősége határozza majd meg, amelyre igen kis hatást gyakorolnak a Vitegra folyó mellékfolyói;

- a Fehér-tó hidrokémiai viszonyainak beállítása után vize minőségét az Onyega-tóból kivett víz minősége határozza majd meg. Bizonyos hatást gyakorol erre a Vitegra folyó és a Fehér-tó mellékfolyóinak vize is.

Az Onyega folyó

Az Onyega folyó vizének minősége jelenleg a következőkkel jellemezhető: évi közepes vizálláskor a folyó felső folyamán a víz hordalékossága 320-270 mg/l, a középső és alsó folyásoknál 300-400 mg/l; ásványi nitrogén 0,01-0,059 mgN/l, ásványi foszfor 0,000-0,024 mgP/l, szilícium 1,1-3,1 mg Si/l, vas 0,5-0,8 mgFe/l; szerves anyagok a permanganátos eloxidálódás szerint 17-27 mgO/l, bichromatikus eloxidálódás szerint 29-51 mgO/l; oxigéntartalom a folyó vizében a tavaszi-nyári időszakban eléri a 9,9-12,0 mgO₂/l szintet, télen lecsökken 6,5-8,4 mgO₂/l-re.

Amennyiben az Onyega folyóból évente 2 km³ vizet veszünk ki, ez különbözőképpen hat a folyó vízminőségére, a felső és az alsó folyamszakaszokon:

- az Onyega folyó vizének hordalékosodása a forrásvidéken csaknem 60 mg/l mennyiséggel /38 %-kal/ nő, míg a torkolatvidéknél 14 mg/l /7 %-kal/ növekszik;

- a vízminőség többi alkotórészei az Onyega folyónál nagyjából ugyanolyanok maradnak, mint azok a jelenlegi körülmények között /fényáteresztőképesség, permanganátos eloxidálódás, szerves szénvegyületek, szilícium/, ami azzal magyarázható, hogy a 2000. évig terjedő időszakban az Onyega folyó medencéjében nem lehet számolni intenzív gazdaságfejlődési perspektívákkal.

A Dvozse és a Lács tavak

A Dvozse és a Lács tavak vizének vegyi összetevői az alábbiak szerint koncentrálódnak: a víz ásványosodása, hordalékosodása tavaszi időszakban eléri a 85-100 mg/l-t, téli időszakban, amennyiben enyhe csapadékos évekről van szó, a 300-400 mg/l-t, az elásványosodás vagy hordalékosodás általános éves szintje pedig 100-200 mg/l; az ásványi foszfor 0,000-0,007 mgP/l, szerves foszfor 0,019-0,052 mgP/l, szilícium 0,5-2,7 mgSi/l, vas 0,1-0,4 mgFe/l; a fényáteresztőképesség 32-1370; a permanganátos és bichromatikus eloxidálódás 10-21 ill. 30-80 mgO/l; az oldott oxigén téli időszakban 1,0 és 10,8 mgO₂/l szint között ingadozik /a telítődés 8-80 %-os/, a nyári időszakban a relatív oxigéntartalom eléri a 120-130 %-os telítettséget. Az északi folyók folyásának részleges átirányításával kapcsolatos u.n. első vonal előirányozza azt, hogy mintegy 2 km³ vizet vesznek ki a

Dvozse és Lács tavakból. Ennek kapcsán a tavak szintjének ingadozási diapazonja a természeteshez közel marad. A víz részleges kivételével kapcsolatban:

- a víz hordalékosodási mértéke és ionösszetétele összességében véve nem szenved különösebb változásokat, éves átlagban a tavak vizének ásványosodása nagyjából 140-145 mg/l-hez lesz közel; azt lehet várni, hogy a tavak vizének elásványosodása az éven belüli megoszlás szempontjából bizonyos változáson megy keresztül;

- a biogén és szerves anyagok, az oldott oxigén és a pH-tartalom koncentrálódása a jelenlegihez közeli szinten marad.

Az Északi-Dvina

Az Északi-Dvina vizének vegyi összetétele jelenleg az alábbiakkal jellemezhető: a folyó alsó folyásánál /Uszty-Pinyega falunál/ a víz hordalékosodottsága tavaszi időszakban 64-87 mg/l, téli időszakban 317-486/mg/l; általános nitrogéntartalom 0,44/mg/l; permanganátos és bichromatikus eloxidálódás egész évben magas, ráadásul a tavaszi időszakban 2-4-szeresére növekszik az átlagos éves szinthez képest, és eléri a 186/mgO/l szintet.

A Szuhona folyóból 5-15 km³/év mennyiségű víz kivétele ahhoz vezet, hogy az Északi-Dvinából a Fehér tengerbe irányuló ionos folyás csökken, de az ionösszetételben, a biogén és szerves anyagok tartalmában ez változásokat nem okoz.

Szuhona folyó

A Szuhona folyó vízminőségének jelenlegi helyzetét a következő mutatók jellemzik: a víz elásványosodása a csapadékos évek magas vízhozamának 54 mg/l-es szintjétől a csapadékszegény évek átlagos vízállásakor mért 550 mg/l szintig változhat; ásványi foszfor 0,005-0,180 mgP/l, ásványi nitrogén 0,07-0,50 mgN/l, szilícium 0,6-3,8 mgSi/l, vas 0,1-2,0 mgFe/l; szerves anyagtartalom a permanganátos és a bichromatikus eloxidálódás szerint 15-36 ill. 67-72 mgO/l-re tehető, fényáteresztőképesség 52-86°; az oldott oxigéntartalom a folyó felső szakaszának vizében nyári időszakban eléri a 10⁴ %-os telítettséget, a víz középső folyásánál viszont csupán a 20-50 %-os telítettséget, annak következtében, hogy elveszti ezen oxigéntartalmát a szerves anyagok oxigénszükségletének kielégítésére.

Ahhoz, hogy megvalósítható legyen a Szuhona folyó vízfolyása egy részének a Volga folyóba történő átirányítását a Kubenyi tavon, a Seksznai és a Ribinyi víztározókon keresztül, a Szuhona folyón két víztározót kívánunk megépíteni: a Veliko-Usztyugit és a Kamcsugit, amelyekből a vizet a Kubányi tóba szivattyúzzák majd át.

A víztározók létrehozása, valamint a víztározók medencéiben történő gazdaságfejlesztés hatást gyakorol majd a Szuhona vizének minőségére is. A Veliko-Usztyugi víztározóra jellemzőek lesznek a következők:

- a viz átlagos éves elásványosodása valamivel több mint 200 mg/l lesz, ami a jelenlegi körülmények között mért folyóvízi elásványosodás nagyságához közelít; az évközben a vizelásványosodottsága 150 mg/l-től /nyári-őszi időszak/ 400 mg/l-t /tél-/ érhet el;

- az ásványi nitrogén koncentrációja 70 %-kal nő, az általános foszforé 10-25 %-kal annak következtében, hogy a mezőkről trágya mosódik be;

- amennyiben elvégzik a víztározók feltöltése előtt a megfelelő előkészítő munkálatokat - megtisztítják az elárasztandó területet az erdőtől és a termőtalajtól, valamint megszüntetik a fausztatást -, a víztározó vizének szervesanyag-tartalmaszintje nem változik;

- az oldott oxigéntartalom a vízben nyári időszakban közel lesz a teljes telítettséghez, télen pedig a jég alatt 20-30 %-ra vagy még lejjebb csökkenhet; a víz pH-ja felső értéke a víztározóban megnövekszik majd a fitoplanktonok fotoszintézisének következtében.

A Kamcsugi víztározó esetében:

- az átlagos éves ásványosodás eléri majd a 200 mg/l szintet, ami közel lesz a Szuhona vizének ásványosodási mértékéhez;

- a népgazdaság fejlődése és a Veliko-Usztyugi víztározóból történő részleges vízátirányítás megnövelik majd az ásványi nitrogén és az általános foszfor koncentrációját kétszeresére, míg az ásványi foszfor koncentrációját háromszorosára;

- a szervesanyag-tartalom 25 %-kal nő, ami a permanganátos eloxidálódást 20 mgO/l szintre fokozhatja.

A Kubenyi tó

A Kubenyi tó vizében lévő vegyi komponensek koncentrációja éves átlagot tekintve 1972-1975 között elérte a következőket: a viz elásványosodása 309-438 mg/l a téli közepes vízállás végén és 80-120 mg/l a magas vízállás időszakában; ásványi nitrogén 0,02-0,53 mgN/l, általános foszfor 0,031-0,052 mgP/l, szilícium 0,3-4,8 mgSi/l, vas 0,0-0,5 mgFe/l; bichromatikus eloxidálódás 33-72 mgO/l; permanganátos eloxidálódás 6,35 mgO/l; fényáteresztőképesség 27-186°; a vízben oldott oxigéntartalom téli időszakban időnként nagyon alacsony értékre esik vissza /0,8 mgO₂/l szintig, ami egyenlő 6 %-os telítettséggel/.

A Dvozse tóból 2 km³/év és a Kamcsugi víztározóból 15 km³/év mennyiségű viznek a Kubenyi tóba való juttatása jelentékeny mértékben hat a tó hidrológiai és hidrokémiai rendjére:

- a vízcsera hányadosa a tóban 3,7-1,4-szeresére növekszik évente;

- a Kubenyi tó vizének átlagos éves ásványosodása jelentéktelen mértékben nő /4 %-kal/, az ásványosodás ingadozásainak kb.

170 mg/l/ amplitudója ugyanazok a határok között marad, mint amilyenek jelenleg is megvannak;

- az ásványi foszfor átlagos éves tartalma 13-szorosára nő a jelenlegi állapothoz képest, az általános foszforé háromszorosára, az ásványi nitrogéné 2,2-szeresére;

- az átirányítandó vízfolyás a tó vizének fényáteresztőképességére és oxigéntartalmára összességében véve csekély hatást gyakorol és ez a hatás lokális jelleggel jelenik meg /a Dvozse tóból átirányított víz belépésének körzetében/;

- a vízben oldott oxigéntartalom nyári időszakban eléri a 7-10 mgO₂/l /80-100 %-os telítettség/ szintet, téli időszakban a relatív oxigéntartalom 10-30 %-os telítettségi szintre eshet vissza, amelynek következtében poshadásos jelenségek is lehetségesek.

A Seksznai víztározó

A Seksznai víztározó vízminősége a jelenlegi feltételek között az alábbiakkal jellemezhető: a víz ásványi-anyagtartalma eléri a 124 mg/l-t; az ásványi nitrogén 0,37 mgN/l, általános foszfor 0,051 mgP/l; a víz fényáteresztőképessége maximum 54^o.

Viszonylag nagy mennyiségű víz /az Onyega tóból 7 km³/év és a Kubenyi tóból 7-17 km³/év/ bejuttatása a Seksznai víztározóba észrevehető hatást gyakorol majd a víztározó hidrológiai és hidrokémiai rendjére:

- a vízcsera hányadosa a víztározóban 0,7-ről 4,5-re növekszik éves szinten;

- a víz ásványi anyagtartalma 100 mg/l szintre csökken;

- a biogén anyagok koncentrációja valamivel alacsonyabb lesz, mint a jelenlegi feltételek között; a víztározó vizének fényáteresztőképessége 54^o-ról 45^o-ra csökken majd.

A Ribinyi víztározó

A Ribinyi víztározóban meglévő vegyi anyagok koncentrációja éves szinten a jelenlegi feltételek között az alábbi értékeket éri el: a víz ásványi anyagtartalma 100-180 mg/l; ásványi nitrogén 0,05-1,98 mgN/l, általános foszfor 0,065 mgP/l. szilícium 1,4-4,5 mgSi/l, vas 0,2-0,9 mgFe/l; szerves anyagok a permanganátos eloxidálódás szerint 5,1-34,0 mgO₂/l, a bichromátikus szerint 16,4-62,7 mgO₂/l; fényáteresztőképesség 50-190^o; a vízben oldott oxigén mennyisége 4,8-10,6 mgO₂/l /34-111 %-os telítettség/.

A Ribinyi víztározón keresztül fog különböző időszakokban pótlólagos víz áramlani az Onyega-tóból a Kubenyi tóba, mintegy 14-24 km³/év mennyiségben. 24 km³/éves átfolyás esetén a következők történnek:

- a víztározó vízcseréje csaknem kétszeresére növekszik; a víz ásványi anyagtartalma 10 %-kal csökken;

- a biogén anyagok tartalma csökken: az ásványi nitrogén másfélszeresével, az általános foszfor 40 %-kal;

- a víz fényáteresztőképessége 45^o-ra csökken.

A Pecsora folyó

A viszonylag sok vegyi anyag ellenére a Pecsora folyón jelenleg elég tiszta a vízfolyás. Vizminősége az alábbiakkal jellemezhető: az utóbbi 10 évre számított ásványi anyagtartalom átlagosan téli időszakban nem haladja meg a 176 mg/l-t, tavasszal a 47 mg/l-t; az ásványi nitrogén 0,02-1,40 mgN/l; ásványi foszfor 0,002-0,085 mgP/l; szilícium 1,2-5,9 mgSi/l; vas 0,01-2,3 mgFe/l; bichromatikus eloxidálódás 5,5-6,0 mgO/l; permanganátos eloxidálódás 2,0-25,1 mgO/l; fényáteresztőképesség 7-156^o; oxigéntartalom 2,7-14,9 mgO₂/l.

A Pecsora felső folyásánál megépítendő Mitrofánovói és Komszomolszki víztározók létrehozása és 13,8 km³/év mennyiségű vízkivétele a folyó hidrológiai és hidrokémiai rendjében az alábbi változásokat okozzák:

- a víz ásványi-anyagtartalmának átlagos éves mennyisége a folyónál kb. 1/3-dal csökken /81-ről 56 mg/l-re/;

- az ásványi foszfortartalom 20-szorosára növekszik, míg a vas-anyagtartalom négyszeresére;

- a szervesanyag-tartalom koncentrációja a fényáteresztőképesség ill. a permanganátos eloxidálódás szempontjából csökken egyrészt 53-ről 28^o-ra, ill. 12,5-ről 11,0 mgO/l-re; a nagysága négyszeresére növekszik /0,9-ről 3,4 mgO₂/l-re/.

A Mitrofánovói, a Komszomolszki és a Fagyini víztározók

A Pecsora folyó vízfolyása egy részének átirányításához két nagy víztározó létesítését tervezik, a Mitrofánovóit és a Komszomolszkiét, míg a Berezovka folyón /a Káma folyó völgye/ a Fagyini víztározót. A Komszomolszki és a Fagyini víztározók között csatornával kívánják összeköttetést teremteni.

Az építendő víztározók vizének vegyi összetételét a Pecsora folyó vizének minősége határozza majd meg a szabályozott feltételek között véve figyelembe azt, és ezért a Pecsora folyónál említett adatok jellemzik majd.

A Káma folyó

A Káma folyó vizminőségét jelenleg az alábbiakkal lehet jellemezni: a víz ásványi-anyagtartalma 274-505 mg/l; ásványi nitrogén 0,66-1,74 mgN/l; vas 0,3-1,1 mgFe/l; a permanganátos eloxidálódás átlagos mértéke 9,0 mgO/l; a bichromatikusé 35,0 mgO/l; oxigéntartalom 7,7-9,6 mgO₂/l.

A Pecsora folyó folyásának részleges átirányítása a Káma folyóba /13,8 km³/év/ hatást gyakorol a Káma folyó hidrológiai és hidrokémiai rendjére:

- a Káma folyása Berezniki városnál 30 %-kal nő meg, a torkolatnál pedig 10 %-kal;

- a víz ásványi-anyagtartalma csökken a Pecsora vizének alacsony ásványi-anyagtartalma következtében /56 mg/l/: télen 3 %-kal, nyáron és ősszel 17 %-kal.

- a biogén anyagok tartalma megnövekszik: az ásványi nitrogén 60 %-kal, az ásványi foszfor háromszorosára nő;

- a szerves-anyagtartalom permanganátos és a bichromatikus eloxidálódás szerint 15 %-kal, ill. 24 %-kal növekszik.

A Volga folyó

A Volga folyó vegyi összetételének sokéves megfigyelése alapján a következőképpen lehet jellemezni jelenlegi vízminőségét: a víz ásványi-anyagtartalma 164-530 mg/l; ásványi nitrogén 0,39-2,67 mgN/l, általános foszfor 0,065 mgP/l, vas 0,07-0,60 mgFe/l; bichromatikus eloxidálódás 22,7-44,8 mgO₂/l; a vízben oldott oxigéntartalom 6,0-13,0 mgO₂/l.

Az Onyega tóból /7 km³/év/, a Dvozse tóból /2 km³/év közelítőleg/ és a Szuhona folyóból /15 km³/év/ történő vízátterelés hatást gyakorol a Volga felső szakaszának hidrológiai és hidrokémiai rendjére:

- Ribinszk városánál mért átlagos éves vízhozam 70 %-kal nő, míg Gorkij városnál 30 %-kal;

- a Volga folyó vizének ásványi-anyagtartalma Ribinszknél 6 %-kal csökken:

- a biogén anyag-tartalom növekszik: általános nitrogén Gorkij városnál 14 %-kal, míg Kujbisevnél 60 %-kal, az ásványi foszfor több mint ötszörösére nő.

Az Ob folyó

Az Ob folyó középső és alsó szakaszain /Nyizsnyevartovszktól Szalehard városáig/ végzett, a víz vegyi összetételére vonatkozó megfigyelések a víz vegyi összetételét alkotó komponensek koncentrációival kapcsolatos ingadozások következő határait jelezték jelenlegi feltételek között: az Ob folyó vizének ásványi-anyagtartalma hosszú évek átlagában Szalehard városánál 165 mg/l; ásványi nitrogén 0,73-1,74 mgN/l, ásványi foszfor 0,000-0,240 mgP/l, vas 0,9-2,1 mgFe/l; bichromatikus eloxidálódás 15-42 mgO₂/l, fényáteresztőképesség 29-65°; a vízben oldott oxigéntartalom a téli időszakban időnként 0,7-0,9 mgO₂/l-re esik vissza, míg a tavaszi-nyári időszakban eléri a 12,3 mgO₂/l szintet.

Az Ob folyó vizének vegyi összetételében bekövetkező lehetséges változások a vízátirányítás feltételei között a következők lehetnek:

- a víz ásványi-anyagtartalmának átlagos nagysága 280 mg/l szintet érhet el, azaz kétszeresére nőhet;
- a bichromatikus eloxidálódás mértéke nem haladja meg a 20 mgO/l-t;
- az ammoniumnitrát koncentrációja eléri a 2,7 mgN/l-t, a nitráté nem haladja meg a 0,3 mgN/l-t;
- az ásványi foszfortartalom a 0,03-0,06 mgP/l határok között fog ingadozni.

Az Irtis és a Tobolszki víztározó

Az Irtis folyó vizének minősége jelenleg az alábbiakkal jellemezhető: az Omszktól a torkolatvidékig terjedő szakaszon a víz ásványi-anyagtartalma 112-311 mg/l határokon belül ingadozik; ásványi nitrogén 0,33-2,81 mgN/l, ásványi foszfor 0,002-0,170 mgP/l, vas 0,1-2,2 mgFe/l; bichromatikus eloxidálódás 12-40 mgO/l; a víz fényáteresztőképessége 16-57°.

A vízfolyásoknak a középső övezetek déli részeibe történő átirányítása első szakaszában az Ob folyóból és az Irtisből 25 km³/év mennyiségű vizet kívánnak kivonni. Az Irtis folyó vize egy részének kiemelése és ezen a bázison a Tobolszki víztározó létrehozása a folyók hidrológiai és hidrokémiai rendjében a következő változást hozza:

- a Tobolszki víztározóban a vízcsere eléri az évi 8,3-szoros értéket;
- a Tobolszki víztározó vizének ásványi anyagtartalma 12 %-kal nő, összehasonlítva az Irtis vizének jelenlegi ásványi anyagtartalmával;
- a bichromatikus eloxidálódás mértéke eléri a 27 mgO/l értéket;
- az ammoniumnitrát koncentrációja eléri az 1-4 mgN/l-t, a nitráté a 2-7 mgN/l-t;
- az ásványi foszfor tartalma eléri a 0,05 mgP/l-t.

Az Irtis-Közép-Ázsia-csatorna

Az Ob és az Irtis folyók folyásának részleges átirányítására Kazahsztánban és Közép-Ázsiában szükség van egy kb. 2300 km-es csatorna létrehozására. Az első időszakban a csatorna vízátvezetőképessége 25 km³/év. A víz minősége a csatornában az előzetes számítások szerint a következőkkel jellemezhető:

- a csatorna végén a víz ásvány-anyagtartalma eléri a 240 mg/l-t;

- az oldott oxigéntartalom 7-14 mgO₂/l határok között mozog majd.

Ily módon a számítások azt mutatják, hogy az Irtis-Közép-Ázsia-csatornán való átbocsátás során a szibériai víz minőségének megváltozásai jelentéktelenek lesznek. Ugyanakkor ezeket a számításokat a jövőben pontosítani kell. Arról van szó, hogy az egyéb csatornák /pl. Irtis-Karaganda/ vízminőségének rendszeres megfigyelése alapján rosszabb vízminőségre lehet számítani az Irtis-Közép-Ázsia-csatornában amiatt, hogy a csatornaágyás talajából és kőzeteiből kilugozódnak a sók, párolog a víz, talajvizek és buvópatatok vize bekerülhet a csatornába, feloldódhatnak esetleges sőrétegek, lepedék képződhet a vizen a biogén anyagok bejutásának és a víz hőmérséklete növekedésének következtében stb.

A Szir-Darja és az Amu-Darja

A Szir-Darja és az Amu-Darja folyammedencéiben végzett sok éves megfigyelések azt mutatják, hogy a vegyi összetételt a következők jellemzik: a Szir-Darja vizének ásványi anyagtartalma /a forrásvidéktől a torkolatig/ a 474 mg/l-től a 2570 mg/l mennyiségig változik, átlagos mértéke 10 éves időszakban mérve /1966-1975/ a Csardari víztározóban mintegy 1200 mg/l; ásványi nitrogén 0,05-1,65 mgN/l, ásványi foszfor 0,008-0,080 mgP/l, szilícium 2,6-4,4 mgSi/l, vas 0,01-0,09 mgFe/l; permanganátos és bichromatikus eloxidálódás a Csardari víztározóban rendkívül alacsony, 0,7-2,2 mgO/l, ill. 1,5-3,7 mgO/l; a folyó vizében oldott oxigéntartalom 7,0 mgO₂/ l-nél alább nem csökkent 85 %-os telítettségi fok mellett, a víztározóban időnként 2,0-2,5 mgO₂/ l-re esett vissza.

Az Amu-Darja vizének ásványi anyagtartalma teljes szakaszon 240-800 mg/l között változott magas vizállásnál és 430-1000 mg/l között közepes vizállásnál; ásványi nitrogén 0,54-4,50 mgN/l, vas 0,01-0,03 mgFe/l; permanganátos eloxidálódás 0,4-2,0 mgO/l, bichromatikus 0,8-6,0 mgO/l, fényáteresztőképesség 1,0-2,0⁰; oldott oxigéntartalom 8,0-13,2 mgO₂/l.

Miután megvalósítják azt, hogy az Ob és az Irtis folyókból 25 km³/év mennyiségű vizet irányítanak át Közép-Ázsiába, ennek a mennyiségnek egy része a Szir-Darjába és Amu-Darjába kerül, más része ilyen elvezetett vizek formájában kerül vissza azután, hogy az átirányított vizet az öntözött területeken használták fel. Mindez a Szir-Darja és az Amu-Darja vízminőségére az alábbi módon hat:

- az Irtis-Közép-Ázsia-csatornából a Csardari víztározóba jutó víz ásványi-anyagtartalma 600 mg/l lesz;

- a Csardari víztározóban lévő víz ásványi-anyagtartalma a szibériai víz figyelembevételével 1,35 mg/l-re csökken, a Szir-

Darja torkolatában eléri az 1,43 mg/l-t, ami majdnem kétszerkevesebb, mint a jelenlegi feltételek között;

- az Amu-darja vizének ásványi anyagtartalma 1990. évre 1,7 mg/l mennyiséget ér el az alsó folyásnál /Tüjamujan falunál/ ill. 2,4 mg/l-t a folyó torkolatánál, ami azt jelenti, hogy a jelenlegi viszonyok között megfigyelthez képest 1,7-2,4-szeresére növekszik;

- a víz minőségének nem konzervatív alkotórészei tartalma 1990-re, figyelembevéve a szibériai folyók vízfolyásának átirányítását, nem szenved különösebb változásokat összehasonlítva a jelenlegi feltételekkel.

Következtetések

- A vízfolyások részleges átirányításának megvalósításakor a természetes vizek vízminőségében bekövetkező várható változásokra vonatkozó és ebben a cikkben bemutatott előrejelzés előzetes jellegű. Következésképpen pontosítani kell ezt az előrejelzést az elméleti és kísérleti kutatások előrehaladásának mértékétől függően.

- Az Onyega-tóból 7 km³/év és a Dvozse ill. Lács tavakból mintegy 2 km³/év mennyiségű vízkivétel összességében nem vezet lényeges változásokra e vizek vízminőségében.

- A Veliko-Usztyugi és a Kamcsugi víztározók létrehozásakor /a Szuhona folyón/ és az azokból történő 15 km³/év mennyiségű vízkivétel ill. a Mitrofánovói és a Komszomolszki víztározók megépítése a Pecsora folyón és a belőlük történő 13,8 km³/év mennyiségű vízkivétel bizonyos komponensek esetében negatív változásokat okozhat a víz minőségében, többek között megnövekszik a nitrogén és foszforvegyületek tartalma mintegy 2-4-szeresére, ami a víztározók eutrofikációjához vezethet, továbbá növekszik a szerves anyagok koncentrációja.

- A Fehér- és Kubenyi tavon keresztül ill. a Sekszinói és a Ribinyi víztározón keresztül történő nagy mennyiségű átirányítandó víz továbbítása javítja az ezen tározókban lévő vizek minőségét azért, mert növekszik a vízcsera hányadosa és az átirányítandó víz minősége is jobb.

- Az északi folyók vizének részleges átirányítása a Káma és a Volga folyókban ezen folyók vizének javulásához vezet annak köszönhetően, hogy vízhozamuk növekszik és az átirányított víz minősége is jobb.

- Az Ob és az Irtis folyókból történő vízátirányítással kapcsolatos egyik intézkedés az, hogy az Irtis alsó folyásánál u.n. anti-folyórendet hoznak létre, amely a hidrológiai, hidrokémiai és hidrobiológiai rendet is megváltoztatja. Ezeknek a változtatásoknak a mértékét jelenleg nehéz meghatározni a kiinduló adatok hiányossága miatt.

- A számítások azt mutatják, hogy a Tobolszki víztározó vízminősége nem fog jelentékenyen különbözni az Irtis jelenlegi vízminőségétől.

- Az Ob folyó vízminőségének változására vonatkozó prognózist csupán a népgazdaság fejlődési feltételeiből kiindulva állítottuk fel az 1990-2000. évre, de nem vettük figyelembe e folyó folyása egy részének kivételét. A számítások megmutatják, hogy az Ob folyó medencéjéből a középső és alsó folyószakaszoknál a vízminőség 1990-2000. perspektívájában jelentéktelen mértékben romlik.

- Az Irtis-Közép-Ázsia-csatorna vízminőségének kérdése komoly további kidolgozást igényel, minthogy jelenleg még nem teljesen világos, hogy milyen mértékig romolhatnak a szibériai vizek vízminőségi jellemzői a csatornán való átbocsátásuk mértékében.

- A Szir-Darja és az Amu-Darja alsó szakaszán a vízminőség jelenlegi állapotát az jellemzi, hogy a fő ionok magas fokon koncentráálódtak, és nagy az általános ásványi-anyagtartalom azzal kapcsolatban, hogy e folyókba jutnak be az öntözéses vizek és az öntözött földekről bemosott biogén anyagok. A szibériai folyók részleges átirányítása a Szir-Darja és az Amu-Darja medencéibe javítja e folyók vízminőségét, habár csak az alsó folyásnál.

A VIZKÉSZLETEK TERÜLETI UJRAFELSZTÁSÁNAK HATÁSA A SZOVJETUNIÓ EURÓPAI TERÜLETE TERMÉSZETI VISZONYAIRA

M.I. Lvovics - N.I. Koronkjevics

Az ember tevékenységének hatására bekövetkező lehetséges természeti és környezeti változások bármiféle értékelése igen bonyolult feladat. Méginkább vonatkozik ez egy olyan grandiózus intézkedésre, mint a vízkészletek földrajzi övezetek közötti újraelosztása.

E feladat megoldásának bonyolultsága abban rejlik, hogy eddig nem tanulmányoztuk kellőképpen, továbbá a probléma sokrétű és hiányoznak tudományos kritériumai. Elég csak arra utalnunk, hogy az Egyesült Államokban felfüggesztették vagy meghatározatlan időre elhalasztották a vízfolyás-átirányítással kapcsolatos óriási tervek megvalósítását. Azzal indokolták döntésüket, hogy nem lehetséges tudományosan megalapozva előrelátni a vízfolyások átirányításával kapcsolatos hatásokat a környezetre.

A probléma megoldásához felhasználtuk a konstruktív geográfia területén végzett kutatásokból mind ez ideig nem kis mértékben felhalmozott tapasztalatokat.^{2., 3.} Ezeket a kutatásokat a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Geográfiai Intézetében és az ország más, geográfiai témákkal foglalkozó intézeteiben végezték.

A konstruktív jellegű geográfiai kutatások fontos vonása a természet és a gazdaság állapotára vonatkozó prognóziskészítés; nem passzív, hanem aktív prognózis, amely magában foglalja a tervek javítására vonatkozó javaslatokat, és meghatározza a természet-átalakítás alapvető irányait és utjait. Ezeknek a kutatásoknak a során fontos szerepet foglalnak el a Geográfiai Intézet sok éves munkálatai az Orosz síkságon. Ezek többek között: a Volga-Káma vizlépcsőjénél fekvő víztárolók hatását, nyugat-sibériai területek elmozdításosodási tényezőit és folyamatait, továbbá a talajjavítás és -művelés perspektíváit tanulmányozták. Kazahsztánban és Közép-Ázsiában pedig azokat a természeti változásokat vizsgálták, amelyek a Kara-Kum és egyéb csatornák építése és fenntartása következtében ill. az Aral-tenger szintjének esése miatt jöttek létre.

Ugyancsak meg kell említeni azt a fontos lépést, amelyet az utóbbi években a hidrotechnikai tervezés gyakorlatában tettünk. A tervekben megjelentek olyan anyagok, amelyek a hidrotechnikai létesítményeknek és vízgazdálkodási intézkedéseknek a természet-re és a környezetre gyakorolt hatásai elemzésének szenteltek figyelmet.

A rendelkezésre álló anyag tanulmányozása lehetőséget adott jelen cikk egyik szerzőjének arra, hogy javaslatot tegyen a folyók földrajzi övezetek közötti átirányítása következtében a természeti viszonyokban bekövetkező változások tanulmányozásá-

nak alapvető megközelítési módjaira. 5., 6. Figyelembe véve a kiegészítéseket és korrekciós javaslatokat, ezek az alábbiak:

1. A vízkészletek területi újrafelosztása csakugy, mint más át-alakító munkálatok, nem lehetséges mindenféle negatív hatás nélkül. Még mindig eléggé elterjedt az a vélemény, hogy a vízkészletek átalakításakor nem szabad megengedni semmiféle veszteséget. Ez a megközelítés gyakorlatilag azt jelentené, hogy teljes mértékben tagadjuk a természetbe való beavatkozás létjogosultságát. A vízkészletek időbeli szabályozása és térbeli újrafelosztása - mint ismeretes - a gazdaság egyik alapvető bázisai közé tartozik, különösen ott, ahol fejlesztését behatárolja a vízhiány. A tervek egyik alapvető feladatának kell lennie a vízkészletek újrafelosztása által a természeti viszonyokra gyakorolt negatív hatások maximálisan lehetséges csökkentése és a kedvező hatások maximális fokozása.
2. A természet átalakítása komplex jellegű, azaz változik a természeti elemek teljes láncolata /klíma, víz, domborzat, geológiai felépítés, talaj, növényzet, állatvilág/. Ez a tényező aláhuzza annak szükségességét, hogy előre jelezzük a természeti jelenségek és gazdasági intézkedések teljes komplexumában bekövetkező változásokat az "ember-természet" rendszeren belül.
3. A vízfolyások átirányításából eredő következmények komplex jellegét figyelembe véve rendkívül fontos kijelölni a fő következményeket. Ennek során a konkrét viszonyoktól függően a változások különböző vonatkozásai lépnek előtérbe.
4. A tervben fontos alkotórészként kell, hogy szerepeljenek azok a gyengítő és kompenzációs intézkedések, amelyek a minimumra csökkenthetik a vízfolyás átirányítások által a természeti viszonyokra gyakorolt negatív hatásokat.
5. A kedvezőtlen hatások gyengítésére irányuló intézkedéseknek megelőző, profilaktikus jellegűnek kell lenni. A folyók átirányításával kapcsolatos tervezési munka során bizonyos eredményeket értünk el a természetre gyakorolt negatív hatások gyengítése terén. Így például a Felső-Pecsora átirányításának jelenleg érvényes terve a földterületek elöntését háromszor kisebb mértékben irányozza elő, mint az előző tervekben. Az ország európai területének vízfolyás átirányítására vonatkozó nyugati variáns az elöntések minimumát irányozza elő. Ugyanakkor még igen sokat kell tennünk. A geográfusok egyik feladata az, hogy a tervezőket segítsék az átirányítások természetére gyakorolt hatása csökkentésének felmérésében még a tervelőkészítési munkálatok során. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a tervezésben és a megfelelő intézkedések megvalósításában elszünetelt késlekedés óriási károkhoz vezethet a természetben és a gazdaságban, amint az pl. a Volga halállományával történt, miután megvalósították a folyón a hidrotechnikai építkezéseket.
6. A hidrológiai változások megengedhetőségére vonatkozó általános kritériumok nincsenek, Minden konkrét esetnek saját kritériumai vannak.

Példaként az általános kritérium sikertelen meghatározására fel lehet hozni azokat a gyakori törekvéseket, amelyek meghatározzák a vízmennyiség kivételének felső határát jelző egységes százalékot. Az, ami helyes egy bizonyos természeti és gazdasági feltételrendszer keretein belül, nem állja meg a helyét egy másikon. A megengedhetőség maximális értékére a közepes vízhozam mértékének 95 %-a biztosítandó. Ezt tisztán statisztikai jellemzőként kell szemlélni, mely kétségtelenül fontos a vizgazdálkodási számításoknál, de nem univerzális. Minden konkrét esetben a tanulmányozandó kérdést számos tényező figyelembevételével kell megoldani.

Annak eldöntésekor, hogy az északi folyók részleges vízkivételekor mennyi a megengedhető határérték figyelembe kell venni a körzet vízrajzát, domborzatát, a klimaviszonyok jellegét, különös tekintettel azoknak a tengerek jegesedési viszonyaira gyakorolt hatását, amelyekbe az illető északi folyók torkolnak, továbbá a földek és erdők értékét a tervezett hidroközpontok övezeteiben, a halállomány újratermelődésének feltételeit, a folyóknak és tavaknak más gazdasági célokra történő felhasználását, a vízkészletek szennyezettségi szintjét és végül a társadalmi-gazdasági problémákat. Nem kevesebb jelentőségű a hidrotechnikai létesítmények jellegének figyelembe vétele, amelyek átalakító szerepe attól függ, hogy miként "rajzolódnak bele" a természetbe.

Ennek kapcsán hangsúlyozni kell a probléma területi aspektusát. Gyakran az, ami lokális szempontból nem kívánatos, igazolható az össztársadalmi hatékonyság elérésének szempontjából. Így például, a vízfolyások egy részének átirányítása sok esetben kárt okozhat az északi körzeteknél, de délen az átirányított víz az ország gazdaságának olyan hatékonyságot biztosíthat, amely jelentősen felülmúlja az északon bekövetkező károkat. Magától értetődik, hogy ennél az esetről nem lehet megelégedni csupán a pénzügyi értékkel, hanem figyelembe kell venni a gazdaságon kívüli hatást is.

A tanulmányozandó kritériumok meghatározása érdekében ismernünk kell a természeti ökoszisztémák és a gazdasági tevékenység ill. a hidrológiai elemek között fennálló kapcsolatokat /éves és szezonális vízhozam, vízszint a folyókon és a víztározókban, avizkészletek minősége stb./. A kapcsolat-függvényeken meglévő töréspontokat úgy szemlélhetjük, mint a kritikus viszonyokra vonatkozó mutatókat. A kapcsolatgörbék töréseit a tényezők sorának összhatása magyarázza.

Utaljunk a Kaszpi-tenger ökoszisztémájának helyzetére vonatkozó olyan fontos mutatóra, mint a tengerszint $-28,5$ m abszolút értéke, vagy az Azovi-tenger vizének átlagos $10-11$ %-os sótartalmára. Számos szakértő véleménye szerint a Kaszpi-tenger szintjének az említett szint alá történő csökkentése, avagy az Azóvi-tenger sótartalmának az említett optimális szint fölé növekedése következtében ezeknek a tengereknek termékenysége ugrásszerűen csökken. Ezeket a kritériumokat alapos ellenőrzés alá kell vetnünk.

7. A vízfolyások átirányításának együtt kell járni a délre irányítandó víz felhasználásának maximális hatékonyságával.

8. A helyi vízkészletfelhasználás hatékonyságának fokozása ugy északon, mint délen ugyanugy aktuálissá vált, mint az átirányítandó víz racionális felhasználása.

9. A vízkészletek minősége nem kevésbé fontos jellemző. Szennyezett víz délre továbbításának nem lenne értelme. Emiatt igen nagy figyelmet kell fordítani a víz minőségére, a szennyeződési források kiküszöbölésére.

10. Nem mindig az a kedvezőbb észak egészének szempontjából, ha kis mennyiségű vizet veszünk ki több folyóból, szemben azzal, ha nagy mennyiségű vizet veszünk ki kevés számú folyóból; olyanokból, amelyek ökológiai és gazdasági szempontból kevésbé értékesek.

11. A vízátirányítás által kiváltott természeti és gazdasági átalakításokat a természetes és antropogén tényezők által involvált környezeti dinamikával szoros kapcsolatban kell vizsgálni.

Vizsgáljuk meg a természeti viszonyok megváltozását az átirányítandó vízfolyás körzeteiben /a Szovjetunió európai területének déli része/ és a vízkivétel fő területein /a Szovjetunió európai területének északi része/.

A Szovjetunió európai területének déli része

A Kaszpi-, az Azóvi-, valamint a Fekete-tenger néhány limánja és a hozzátartozó folyótorkolati részek ökológiai rendszerének fenntartása alapvető célja a Szovjetunió európai területén megvalósítandó vízfolyás-átirányításoknak. A Volga, a Dnyeper és a Don, ill. más folyók meglévő vízkészlete teljes mértékben elegendő e terület déli részén /400 km³/év/, akkor, ha a vizet gazdaságosan használjuk fel és intézkedéseket teszünk a készletek minőségi romlásának megelőzésére. Ugyanakkor azonban a déli tengerek medencéjében a folyók kis vízhozamu időszakában is végrehajtott vízfelhasználás kedvezőtlenül hat az e tengerekben élő halak és más hidrobiológiai kulturák feltételeire. Ez egyuttal hatást gyakorol a vízfelhasználás egyéb fajtáira is, pl. a Kaszpi-tengeren bonyolódó hajózásra /a vízmélység csökkenése a kikötői bejáratoknál és a Volga-Kaszpi-tengeri csatornáknál/. A Kaszpi-tenger szintje az utóbbi évtizedekben csökkent és már elérte a -29 m abszolút értékhez közel álló magasságot. Alacsonyabbra csökkent, mint , ami - a hidrobiológusok ¹¹ véleménye szerint - elégséges a Kaszpi-tenger ökológiai egyensúlyának fenntartásához. Vízátirányítás nélkül, a jelenlegi klimatikus viszonyok mellett ez a vízszint az évszázad végére -30 m-rel a tengerszint alá csökkenhet. A Volga csökkenő természetes vízállása következtében még jobban süllyedhet a szint.¹⁰, ⁹, ¹⁰. Ez E.A. Jablonszkaja és A.I. Zajcev számítása szerint arra vezethet, hogy a Kaszpi-tenger elveszti halfenntartó képességét.¹¹ A Kaszpi-tenger szintjének mindössze 1 m-rel történő csökkenése /-28,5-ről -29,5 m-re/ következtében, ugyane-

zen hidrobiológusok véleménye szerint, a halak és a tokfélék fogási eredménye négyszer-ötször kisebb lesz.

Az Azovi-tenger az édesvizek befolyásának csökkenése miatt egyre sósabbá válik. Az utóbbi időben a tenger vizének közepes ásványi-anyagtartalma jelentősen meghaladta az optimális 10-11 ezreléket. Rendkívül intenzíven szaporodnak a meduzák. Ugyanakkor jelentősen estek a halfogási eredmények, különösen az értékes halaké. A jövőre vonatkozó előrejelzés - a vízátirányítás nélkül - kedvezőtlen képet fest.

Az északi folyók részleges átirányítása kétségkívül kedvező hatással lesz a déli tengerek ökológiai rendszerére, mégha figyelembe vesszük azt is, hogy nem a teljes átirányítandó vízmennyiség kerül be a Kaszpi- és az Azóvi-tengerbe. Ennek kapcsán figyelembe kell venni a következőket. Amennyiben az északról történő vízátirányítás reális határidejeire és mértékére orientáljuk magunkat, akkor a Kaszpi-tenger halállományának normális /az említett forrásmunkák szerint/ funkcionálásához az elengedhetetlenül szükséges megközelítő feltételek csupán a 2000. évnél jóval később jönnek létre. Felmerül az a kérdés, hogy mi történjék ezalatt az átmeneti időszak alatt a Kaszpi-tenger ökológiai rendszerével? Nem fenyegeti-e azt visszafordíthatatlan katasztrófális változás? Milyen intézkedéseket kell megvalósítani ahhoz, hogy ezt megakadályozzuk?

Az első kérdés, amely feltétlenül halaszthatatlan választ igényel: ökológiai szempontból mennyire megalapozott a Kaszpi-tenger kritikus szintje, azaz a -28,5 m a tengerszint alatt? A tenger vízi ökorendszerében bekövetkező kedvezőtlen változások nem sokkal jelentősebbek-e mint azt időnként feltételezik, annak következtében, hogy a halászati rend szabályozása jelenleg nem léggé tökéletes? Minden alapunk megvan annak feltételezésére, hogy a halgazdaság és a halászat tökéletesítése, a fogási rend racionális szabályozásával összhangban, a halállomány mesterséges ujratermelésének további fejlesztése, az aklimatizációs munka, a mesterséges tavakban történő haltenyésztés fejlesztése, a Volga-Kámai vizlépcső víztározóinak biológiai termelékenységének fokozása lehetővé tenné, hogy jelentős mértékben mérsékeljük a Kaszpi-tengerbe irányuló vízmennyiségek csökkenéséből eredő negatív következményeket.

Az intézkedések második csoportja az, hogy a Kaszpi-tenger víztükrének párolgását szabályozzuk, mindenekelőtt a Kara-Bogaz-Gola elcsatolásának útján, és az északi-keleti csökkent vízmennyiségű részek lekapcsolásával. Ez lehetővé tenné, hogy évente 10-20 km³ vizet takarítsunk meg.⁹ Azalatt a négy évtized alatt, amely azóta telt el, hogy felmerült a Kaszpi-tenger vizének a Kara-Bogaz-Gola-ba történő folyása megszüntetésének szükségessége, a Kaszpi-tenger szintje csak e miatt kb. másfél méterrel csökkent.

Az intézkedések harmadik csoportja a Kaszpi-tenger medencéjében folytatott vizgazdálkodás intenzifikálásának szükségességével kapcsolatos, és az itt lévő vízkészletek mennyiségi és minőségi

romlásának megelőzésére irányul. Ez a kérdés már számos szerző művében felmerült.⁴⁻⁷ Itt csupán csak megemlítjük, hogy a vízkészletek felhasználására irányuló legprogresszivebb intézkedések megvalósítása lehetővé teszi, hogy teljes mértékben csökkentsük a víz visszafordíthatatlan felhasználását. Elsődleges figyelmet érdemel az öntözéses földművelés fejlesztési üteme. Ezt a fejlődési ütemet szorosan kell kötni a Kaszpi-tengerben és annak medencéjében meglévő ökológiai szituációhoz. Ezzel kapcsolatban szem előtt kell tartani azt is, hogy a vízkészletek megtakarításának jelentős tartalékaik rejlenek a szovjet mezőgazdaság kalászföldművelő ágazata termelésének tökéletesítésében.⁸ A számítások azt mutatják, hogy 1 tonna buza megtermesztéséhez az ország nem feketeföld övezetében valamivel kevesebb víznyelést kell felhasználni, mint ugyanezen mennyiség megtermeléséhez a déli körzetekben.

Mindezen intézkedéseket nem a vízátirányítás alternatívájaként kell szemlélni, hanem ezeket a készleteket az újrafelosztásra vonatkozó tervek szerves részévé kell tenni. Csak a kérdések kölcsönös vizsgálata mellett lehet megtalálni a Kaszpi-tenger és az ország déli részén fellelhető más vízgyűjtők problémájának sikeresebb megoldását. Nem kizárt, hogy a fenti elemzés olyan következtetésre vezet, hogy közelebbi határidőkre szükséges megvalósítani a vízátirányítást, mint azt korábban tervezték.

A Szovjetunió európai területének déli részén folytatott öntözés fejlesztésének, - amint azt már említettük - szoros kapcsolata kell, hogy legyen a déli tengerek ökológiai helyzetével. Az északi folyók részleges átirányítása lényegesen szélesítheti az öntözéses földművelés fejlesztési lehetőségeit anélkül, hogy kárt okoznának a déli tengerekben. Ez a fejlesztés csak a termőtalaj és a talajkészletek agroirrigációs értékelésével összhangban valósulhat meg azzal a feltétellel, hogy a talajromlás intenzív folyamatainak megelőzésére teendő intézkedéseket megvalósítják /sósabbá válás, elszikesedés, tömör földrögök megjelenése/. A leginkább reális és mihamarábbi megoldást igénylő probléma a Szovjetunió európai területének déli-keleti részén, valamint Kazahsztán sztyepp-területein a legelőterületek elárasztásának problémája. Az átirányításra kerülő víztömegek felhasználásának ez az iránya a legnagyobb mértékben megfelelne a természeti feltételeknek és a környezet védelmének a Kaszpi-tenger melléki síkság területén.

A Szovjetunió európai területének északi része

A vízfolyás átirányítása nélkül a természetben és a környezetben bekövetkező legnagyobb változások a Szovjetunió európai területének északi részén: a szállítási módszerű talajjavítások fejlesztése és az erdőterületek kitermelése, a mezőgazdasági területek biológiai hatékonysága fokozása. Vizsgáljuk meg azoknak a fő vizeknek a helyzetét, amelyekből a vízkivételt tervezzük.

A Pecsora folyó. A Pecsora felső folyásából történő vízkivétel a leginkább rentábilis vízkivételek közé tartozik. Ugyanakkor a környezetre gyakorolt hatások közül némelyik nem teszi lehetővé azt, hogy e tervről ne beszéljünk bizonyos fenntartásokkal. Az egyik az, hogy közvetlenül a vízkivétel helyétől /a Mitrofánovói hidroközpontnál/ lejjebb eső területeken csökken az átlagos vízhozam /3,5-4-szer kisebb lesz/. A tavaszi áradás a hidroközpont alatti szakaszon, egészen az Usza folyó torkolatáig, jelentősen csökken. Ennek következtében az ezen a szakaszon betorkolló folyók alsó folyásán tavasszal fokozódik az esés és ezért a mederfolyamatok aktivizálódnak. A hordaléknak a Pecsora folyó medrében történő leülepedése egyfajta szubdeltához hasonló képződmény kialakulására vezetne. Az Usza folyó torkolatától lejjebb ilyen fajta képződmény kialakulása nem lehetséges. Ha ez a feltételezés beigazolódnak, kompenzációs intézkedésként szükség lesz olyan hidroközpontok megépítésére az Usza folyótól feljebb a Pecsorába ömlő torkolatoknál, amelyek hidroelektro-állomásokkal és víztározókkal vannak ellátva. A tavaszi vízmennyiségeknek ezekben a víztározókban történő összegyűjtése /amely egybeesik a hidroenergetika érdekeivel/ lehetővé teszi a mederfolyamatok aktivizálódásának megelőzését.

A Pecsora felső szakaszával kapcsolatos másik lényeges kérdés a Szovjetunió európai területének legészakibb részén fekvő mezőgazdasági területek előntése. A következő kompenzációs intézkedések szükségesek:

1. új szántásterületek művelését meg kell kezdeni legalább 10 évvel a meglévők előntése előtt. Ez az időtartam a minimális a teljes értékű megművelés eléréséhez;
2. annak a veszteségnek a kompenzálása érdekében, amelyet a kaszálók esetében szenvedünk el művelés alatt álló legelőket kell létrehozni;
3. figyelembe véve a víztározók miatt előntött területek zónájában végrehajtandó erdőirtást, kompenzációként elő kell írni tülevelű faültetvények létesítését a friss kivágások helyén és a jelenleg előntött területeken olyan mértékben, hogy az legalább elérje az előntött erdőterületek 1/3-1/2 részét. A telepítéseket a Komi Autonóm Szövetségi Köztársaság határain belül kell megvalósítani. Létezik olyan vélemény is, hogy az ilyen kompenzációt az erdőövezet déli részén kellene megvalósítani. Ebben az esetben jóval gyengébb minőségű faanyag termelődne. Az északi tajga jobb minőségű faanyagának lecserélése nem célszerű.

Nagyon fontos kérdés merül fel a halállománnyal kapcsolatban, különös tekintettel a lazacra. A Pecsora felső folyásából történő vízkivételi variáns megvalósítása a lazac fő ivóhelyeit pusztítja el a Szovjetunió európai területének északi részén. Ennek az értékes hálnak ujratermelése megköveteli azt, hogy jó előre kidolgozzuk a megfelelő kompenzációs intézkedéseket.

Az említett kérdések nagy része megoldódik abban a pillanatban, ha az Usza folyótól lejjebb történik a Pecsorából való vízkivétel.

A Pecsorából történő vízkivételre vonatkozó tervek közül különös figyelmet érdemel a vízkivétel a folyó alsó szakaszából/az u.n. Izsemi változat/. A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Komi tagozata által kidolgozott adatok szerint az Izsemi területen az elárasztásos és alááztatott földek területe jelentősen kevesebb lenne, mint abban az esetben, ha a vizet a Pecsora felső vagy középső szakaszán vesszük ki a folyóból. Ezen túlmenően az Izsemi változat megvalósítása lehetőséget ad annak a problémának a megoldására, amely a Timánni-Pecsorai ipari komplexum vízzel történő ellátásával kapcsolatban merül fel. Ez azonban óriási költségeket von maga után. Ökológiai szempontból érdekes a jelenleg kidolgozás alatt álló változat, mely szerint a vizet a Pecsora urali mellékfolyóiból vennék ki.

A vízfolyások átirányításának a természeti környezetre gyakorolt hatására vonatkozó kérdések közül igen fontosak lehetnek azok a következmények, amelyeket ez az átirányítás gyakorolhat a sarkvidéki tengerek jegesedési viszonyaira és végeredményben a makroklimatikus folyamatokra. Az elemzés azt mutatja, hogy a Pecsora folyóból történő 8-17 %-os vízkivétel a tenger jegesedésére csupán lokális jellegű hatást gyakorol és csak a Pecsorai öböl déli részére korlátozódik. A jég itt legfeljebb néhány nappal tovább áll majd.

Az Északi-Dvina. Az északi folyókból tervezett vízkivétel jellemzője lesz az, hogy a vízkivételtől közvetlenül lejjebb eső részen torkollik be a legnagyobb mellékfolyója, a Vicsegda, amely jelentős mértékben kompenzálja majd az Északi-Dvina magas vízhozamát. A Vicsegdát tehát nem célszerű felhasználni a délre történő vízkivétel céljára. Minthogy délre tiszta vizet kell továbbítani, felmerül annak kérdése, hogy a Szuhona folyóra települt cellulóz-papíripari kombinátokat magasabb szintű technológiára kell átállítani. Egy ilyen technológiai eljárás biztosítja azt, hogy jelentősen csökkenjen a vízfelhasználás, és a kifolyó szennyvizek szennyezettsége.

A Néva és a Névai öböl. A vízminőségre vonatkozó probléma elégséges mértékű megoldásáig szó sem lehet arról, hogy a Néva medencéjéből évente nagyobb mennyiségű vizet vegyünk ki. Amennyiben megépül a Néva folyó torkolatába tervezett hidroközpont /mely szabályozó létesítmény lesz/, az Onyega tóból a Volga vízgyűjtőjébe történő vízátirányítás évi 6-8 km³-es mennyiségben megengedhetőnek bizonyul. A Ladoga-tó víztisztító szerepét növelni lehetne. Lehetségesnek látjuk a Ladoga szintjének 20-25 cm-rel történő megemelését, amely szabályozóképességét 4-5 km³-re növelné évente. Ennek a mennyiségű viznek a Névába továbbítása lehetővé tenné a kis vízhozamu időszakok vízhozamának növelését.

Az Onyega folyó és az Onyega öböl édesvízi víztározója. A Dvozsze és a Lács tavakból történő, hozzávetőlegesen évi 2 km³ vízkivétel néhány kompenzációs intézkedés végrehajtását követeli. Ezek egyrészt a Kargopol várostól lejjebb fekvő vízkészletek fokozott védelmében, másrészt az egyik cellulóz-papíripari kombinát technológiájának átállításában fogalmazhatók meg.

Az Onyega vizgyűjtőjéből a Volga medencéjébe történő vizátírányításnak ez a terve a Fehér-tenger Onyega öblébe torkoló összes folyóból történő vizkivétel hatékony variánsának egy része. Előnye a környezetre gyakorolt hatás szempontjából, hogy a már "feldolgozott" viz kivételét irányozza elő néhány folyóból, de a délre történő továbbításra csak az Onyegát használja fel. A víz mennyisége, amelyet az Onyega öbölbeli édesvizi víztározóból el lehet szállítani, kb 40 km³/év. Ezen tulmenően reális az az elképzelés, hogy az édesvizi víztározót kiegészítő vízzel lássuk el az Északi-Dvinából. Ennek kivételét a folyó tengeri torkolatvidékénél lehetne megvalósítani. Ami pedig az Onyegát illeti, ez jelentős változáson megy keresztül, mert alapvető népgazdasági funkciója a délre történő víz-továbbítás biztosítása lesz. Ezeknek a vízkészleteknek az alapján fejlődhetne a helyi ipar és a városi gazdaság gyakorlatilag bármilyen mértékű szintre, azzal a feltétellel, hogy teljes mértékben megakadályozzuk a délre továbbítandó víz szennyeződését.

A víz kivétele és délre történő továbbítása kapcsán ez az előbb említett, igen csabító változat további kidolgozásra szorul. Tanulmányozni kell az Onyega öbölbeli édesvizi víztározónak a természeti környezetre gyakorolt következményeit is. Szükségesnek látszik a víztározó hidrobiológiai rendszerére vonatkozó előrejelzés elkészítése is. Ennek kapcsán felmerül az a kérdés, nem szükségesek-e intézkedések a víztározónál az eutrofizálódás megelőzésére. Figyelmet kell szentelni ugyancsak a Fehér-tengertől egy ilyen nagy öbölnek az elkapcsolásából eredő lehetséges következményekre: ezeknek az intézkedéseknek a tengeri halállományra és a tenger termőképességére gyakorolt hatásra. Fontos kérdés az is, hogy az Onyega-öbölbeli víztározó mennyi idő alatt válik édesvizüvé és mennyire lehet felhasználni az Onyega folyót a délre történő víztovábbításra olyan feltételek között, hogy a folyómedence eléggé karsztos.

Amint azt már az előbbieken említettük, az északi folyókból történő kis mennyiségű vizkivétel igen jelentős negatív hatást okozhat az északi vidék természeti környezetében. Összességében előnyben kell részesíteni a viszonylag kis számú koncentrált vizkivételeket, meghatározva erre a célra azoknak a vízi objektumoknak a körét, amelyek a legkevésbé jelentős gazdasági terhet róják az északi körzetre és az olyan partmenti körzetekre, ahol a lehető legkisebb a lakosság. Ilyen vízi objektum pl. az Onyega. A többi esetben azt láttuk, hogy viszonylag alacsony százalékarányú vizkivétel, pl. a Pecsora folyó felső folyásánál /8 % a torkolatnál mért vízhozamból/ nagyobb és több negatív következménnyel járhat, mint a viszonylag nagymértékű vizkivétel a Pecsora folyó alsó folyásánál /19 %/, amellet, hogy a vizet az Izsm folyón keresztül továbbítanánk. Ugyanez vonatkozik a Szuhona és a kis Északi-Dvina folyókra, amelyeknél a vizkivételről /az Északi-Dvina teljes vízhozamának 14 %-a erejéig/ ugyancsak kevesebb negatív hatást lehet várni, mint ha a Pecsora folyó felső folyásából kevesebb mennyiségű vizet vonnánk ki.

A fentiekben tulmenően, amint azt már korábban megemlítettük, perspektivikusnak tűnik a Pecsora folyó urali mellékfolyóiból

történő vizkivétel és különösen az Onyega öböli változat, melynek során édesvízi víztározót hoznak létre az Onyega öbölben. A folyón keresztül évente 40 km^3 viz továbbítását tenné lehetővé az első szakaszban, míg a következő időszakokban $80-90 \text{ km}^3$ viz is továbbíthatna délre /amennyiben az Északi-Dvina folyó torkolatából nagyjából $40-50 \text{ km}^3$ /éves szintben kapna vizet/. Azonban az ilyen mennyiségű vizkivétel által a természetre és a környezetre gyakorolt hatásokat tovább kell tanulmányozni. Lehetséges, hogy célszerűbb lenne megelégednünk az Onyega öbölbeli víztározóval kapcsolatos egyik terv megvalósításával, csupán azzal, hogy a további vízszükségleteket délen nem az északi folyókból történő vízátirányítással fedezzék, hanem a víz takarékos felhasználásával. Ezt el lehetne érni a vízkészletek felhasználása hatékonyságának fokozásával.

Következtetéseink előzetes jellegűek. Arra elégségesek, hogy a természeti környezetben várható változások fő vonásait megmutassák. A továbbiakban a probléma számos aspektusa még pontosítást igényel. Összességében véve úgy vélhetjük, hogy a körzeti és főként helyi természeti feltételekben bekövetkező változások mértéke igen széles intervallumban változó attól függően, hogy milyen technikai megoldásokat fogadunk el a vízfolyás átirányításával kapcsolatban és attól függően, milyenek a konkrét természeti és gazdasági viszonyok.

IRODALOMJEGYZÉK

1. BEREZNYEV, A.Sz.: A vízfelhasználás fejlődési perspektívái a Kászpi-tenger medencéjében. - Vodnűje Reszurszi. 1979. 1. pp. 7-14.
2. GERASZIMOV, I.P.: Konstruktív geográfia: célok, módszerek, eredmények. - Össz-Szövetségi Geográfiai Társaság Közleményei. 1966. 5. pp. 389-403.
3. GERASZIMOV, I.P.: A modern konstruktív geográfia. Moszkva, 1976. Nauka. 208 p.
4. LVOVICS, M.I.: A világ vízkészletei és jövője. Moszkva, 1974. Míszl. 448 p.
5. LVOVICS, M.I.: A vízkészletek területi újrafelosztásának geográfiai aspektusai. - A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Közleményei. Geográfia. 1977. 2. pp. 22-37.
6. LVOVICS, M.I.: A vízfolyás átirányításával kapcsolatos gondolatok. - Priroda. 1978. 3. pp. 95-103.
7. LVOVICS, M.I. - KORONKIJEVICS, N.I.: A Szovjetunió vízkészleteinek felhasználásával kapcsolatos és védelmére vonatkozó orientációs előrejelzés a 2000. év szintjére. A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Közleményei. Geográfia. 1971. 2. pp. 35-47.
8. LVOVICS, M.I. - KORONKIJEVICS, N.I. - JURIJEVICS, R.A.: A földművelés geográfiájának vízi aspektusai a Szovjetunióban. - A Szovjetunió Tudományos Akadémiájának Közleményei. Geográfia. 1978. 4. pp. 36-52.

9. MARTI, U.U. - RADKOVICS, D.J.: Az Azovi és a Kaszpi tengerek vízgazdálkodási problémái. - Vodnűje Reszurszi. 1976. 3. pp. 21-34.
10. SIKLOMANOV, I.A.: A Kaszpi-tenger problémájának hidrológiai aspektusai. Leningrád, 1976. Hidrometeoriszdat. 79 p.
11. JABLONSKAJA, E.A. - ZAJCEV, A.I.: A Kaszpi-tenger biológiai termőképessége fokozásának jelenlegi helyzete és problémái. - Vodnűje Reszurszi. 1979. 1. pp. 41-50.

Készült az MTA Földrajztudományi Kutató Intézet házi sokszoro-
sítóján /rotaprint eljárással/. Példányszám: 70. A kiadásért
felel: Dr. Pécsi Márton intézeti igazgató

