

DARKO RADINJA

NAJVEČJA UMETNA JEZERA NA SVETU - SVOJEVRSTNA PREOBRAZBA POKRAJINSKE SEERE

1. Značilnosti umetnih jezer

Po svetu neprestano narašča število urejenih (reguliranih) rek in umetnih vodnih zbiralnic (akumulacij), ki postajajo vse pogostejši element geografskega okolja.

Antropogene vodne akumulacije so pravzaprav nova zvrst pokrajinskih pojavov, saj se od naravnih jezer v marsičem razlikujejo, kajti jezera so predvsem v ravnovesju z okolico, umetne vodne akumulacije pa ne. Pri slednjih namreč odtočni del vodne bilance uravnava človek. To pa ni odločilnega pomena samo za vodni režim, temveč tudi za razvoj večine procesov in pojavov v njih ter neposredni okolici.

Pri vodnih akumulacijah opredeljuje izrazitost in značilnost antropogenega vpliva predvsem stopnja uravnavanja njihovega vodnega odtoka. Količinsko nam to ponazarja koeficient vodne izmenjave. To je razmerje med obsegom vodnega zniževanja (odtoka) v akumulacijah in njihovo povprečno vodno količino v tem času; Ti koeficienti - dnevni, tedenski, mesečni ali sezonski - so pri akumulacijah večji oziroma drugačni kakor pri jezerih, posledice pa se kažejo v najrazličnejših hidroloških in drugih potezah.

Tudi izhlapevanje je pri akumulacijah drugačno kakor pri jezerih. Poleg hidrometeoroloških dejavnikov opredeljuje izdatnost izhlapevanja ravno vodna izmenjava. Ker je ta drugačna kakor pri jezerih, je pri akumulacijah drugačen tudi potek izhlapevanja (18,19). Nanj celo bolj vpliva izmenjava vode kakor velikost akumulacije, čim večji je namreč koeficient vodne izmenjave, tem manjše je izhlapevanje, in to ne glede na obsežnost vodne gladine.

Vpliv koeficienta vodne izmenjave na režim vodne bilance večjih ali manjših akumulacij se v različnih klimatskih pasovih kaže tako, da se z njegovim zmanjševanjem povečuje delež izhlapevanja v odtočnem delu vodne bilance. Zato tudi izmenjava med dotokom in odtokom vode ni časovno uravnovešena (18).

Med jezeri in akumulacijami, zlasti dolinskimi, so še druge načelne razlike. To velja že za njihovo izoblikovanost, saj so akumulacije značilne po podolgovatosti in jasno izoblikovani podolžni asimetriji, ki je posledica enostransko nagnjenega dna potopljenih rečnih dolin. Zato so dolinske akumulacije - in teh je največ - najgloblje v spodnjem delu, takoj za pregrado (jezom), z oddaljenostjo od nje pa se globine zmanjšujejo.

Zaradi velikega kolebanja vodne gladine in s tem vodnih gmot so v asimetričnih akumulacijah vodne plasti manj stabilne (6). To pa vpliva na njihovo segrevanje in ohlajevanje, ki je od oblike kotanj posredno močno odvisno. Zato v akumulacijah ni temperaturne in druge slojevitosti, ki je tako značilna za jezera, ali pa je slabše izražena in manj stanovitna. To pa je v primerjavi z jezeri pomemben razloček. Razlike pa niso le v vertikalni razporeditvi vodnih plasti, temveč tudi v horizontalni. V akumulacijah se namreč spreminja gostota vode predvsem v podolžni smeri. To ni samo posledica že omenjene asimetrije dolinskih akumulacij in različno intenzivnega segrevanja ter ohlajevanja višjih, od jezu bolj oddaljenih ter nižjih delov akumulacij, temveč tudi tega, da na gostotne razlike vodnih gmot močno vpliva dotok glavne reke. Ta je pri akumulacijah zelo pomemben, saj jih neprestano polni; po temperaturi in mineralizaciji pa se praviloma močno razlikuje od globljih delov akumulacij, ki so blizu pregraje (6).

V akumulacijah se razvijajo svojevrstni procesi tudi zaradi vegetacijske in pedološke odeje, ki jo je zalila voda. Kažejo se v drugačni kemični sestavi vodnih plasti in sedimentov, kar je posledica biogenih snovi, ki izvirajo iz potopljenih tal (17, 19, 28). Tudi energetske akumulacije v Sloveniji, čeprav zelo majhne, kažejo številne poteze, ki jih ločijo od jezer. Pri naših akumulacijah je poglobljena značilnost sicer izredno naglo zasipavanje, toda tudi vrsta drugih procesov, kakor so potrdile raziskave Zbiljskega jezera na Savi pri Medvodah (23).

Med jezери in akumulacijami so torej pomembne razlike, čeprav imajo skupno osnovno potezo - stoječo vodo. Odtod tudi težnje po terminološkem razlikovanju: jezera - akumulacije. Zato umetnih zaježitv vodne navadno ne označujemo za jezera, temveč za vodne akumulacije (zbiralnice) ali kratkomalo akumulacije (reservoir, retenue, serbatoio, vodohranilišče). Ta termin, čeprav zelo ohlapen, se je zlasti v tehniki, gospodarstvu in tudi hidrologiji močno uveljavil. Največ ga uporabljajo v Sovjetski zvezi drugod pa govore tudi o umetnih, antropogenih ali zaježitvenih jezerih (Staauseen, Man Made Lakes, lacs de barrage) ali kratkomalo o jezerih (npr. Naserjevo jezero na Nilu, Lake Mead na Koloradu itd.), včasih pa celo o morjih, če gre za prav velike akumulacije (npr. Van Blommstein Meer v Surinamu, Kijevisko morje v SZ). Doslednosti sicer ni, celo akumulacije na isti reki različno označujejo, npr. Fort Peck Reservoir ter Lake Sakakawea, obe na Missouriju. Vendar je značilno, da je sprva bolj prevladoval prvi termin (jezero), sedaj drugi (akumulacija), kar je očitno v zvezi s spoznanjem o različnosti enih in drugih pojavov. Prva oznaka je pravzaprav bolj morfološka oziroma panoramska. Akumulacije spominjajo na jezera bolj po zunanji podobi kakor po notranjih potezah, kajti razlike niso samo v nastanku, pač pa tudi v njihovih strukturnih lastnostih.

To je tudi razumljivo. Kajti o nastanku akumulacij, ki so delo človeka, odločajo družbene zakonitosti, o njihovem nadaljnjem razvoju pa pretežno naravne. Vendar tudi na te, v bistvu naravne procese, močno vpliva človek, ko se vanje vpleta. To ne velja samo za posamezne pojave (odtok, vodno bilanco, temperaturni režim itd.), temveč tudi za njihov celotni razvojni proces. Zato se akumulacije ne razvijajo samo po enih ali drugih zakonitostih ali pa morda po obeh, le mehanično združenih, temveč po kvalitetno novih, rekli bi geografskih procesih, pravzaprav zakonitostih. Pri njih je ravno zaradi tega težavno razlikovati ene in druge poteze, velikokrat pa tudi nesmiselno.

Med razvojnimi značilnostmi akumulacij je tudi ta, da zelo hitro nastanejo in so za pokrajino docela nov, nenaden pojav, saj jih napolnijo v zelo kratkem času, v nekaj mesecih ali kvečjemu v letu, dveh. Pri jezerih je taka dinamika izjemna, npr. ojezeritve zaradi potresnih premikov tal, podorov, usadov (tip zaježitvenih jezer).

Akumulacije pomenijo za pokrajine, ki se same počasi razvijajo, naglo in nasilno spremembo, ki nujno načne njihovo ravnotežje, če ga že ne poruši. Umetna jezera povzročajo predvsem novo, dodatno obtežitev tal. Pri velikih zaježitvah se nakopiči po več deset milijard ton vodnih gmot, kar ustvari izredne pritiske na podlago in okolico. Zato se morajo take pokrajine na novo uravnovesiti, kakor marsikje kažejo potresno drhtenje tal, premiki podlage, težnostne motnje ipd. Z akumulacijami načeto pokrajinsko ravnotežje se kaže tudi pri drugih procesih: erozijsko-akumulacijskih, klimatskih, pedoloških, bioloških, ekoloških in drugih. Zato se v "akumulacijskih" pokrajinah preusmerja potek celotnega pokrajinskega razvoja, seveda od pokrajine do pokrajine zelo različno.

Akumulacije ne spreminjajo le razmerja med vodnimi in kopnimi površinami, temveč tudi razmerja drugih pokrajinskih členov. Tako se akumulacije širijo največ na račun dolin. Te pa so navadno med najugodnejšimi deli pokrajin (zaradi ugodnejše klime v nižjem dolinskem svetu, zaradi bližine vode, rodovitnih tal na rečnih naplavinah, boljše prometnosti itd.). Zato akumulacije marsikje zalijejo kulturna tla, naselja in prometne poti. V posameznih pokrajinah pa imajo zelo različno vlogo. To ni odvisno le od akumulacij (njihove razsežnosti, vrste itd.), temveč še bolj od pokrajin, v katerih

nastanejo. Zato so ponekod lokalnega, drugod regionalnega pomena, ponekod imajo obrobno, drugod osrednjo vlogo. Njihov splošni pomen osvetlijo lahko le regionalne raziskave, ki poleg akumulacij zajamejo tudi njihove pokrajine in njuna medsebojna razmerja. Tehtno in celovito jih lahko vrednotimo le v širokih, pokrajinskih okvirih, ki upoštevajo celoto pokrajinskih odnosov.

Podatki o njihovih razsežnostih, teh je namreč največ, so za vrednotenje akumulacij le izhodišče. Zato jih v pomanjkanju drugih podatkov večkrat različno in enostransko vrednotimo - precenjujemo ali podcenjujemo, do stvarne presoje pa se redkeje dokopljemo. To velja zlasti za problematiko, ki je povezana z degradacijo in varstvom "akumulacijskih" pokrajin. Težave niso samo pri obravnavi posameznih akumulacij, temveč pri vrednotenju tovrstnih pojavov sploh. In to ne samo zaradi njihove različnosti, temveč še bolj zaradi različnosti pokrajin, v katerih nastajajo. Zato smo glede splošnega geografskega vrednotenja akumulacij kot pomembnih pokrajinskih sestavin še na začetku.

Da so ta vprašanja pereča, opozarjajo že pregledni podatki, ki kažejo, kako so akumulacije dandanes že tako številne in razsežne, da so v njih nakopičene pomembne količine vode. Te so tolikšne, da jih lahko primerjamo z drugimi, naravnimi oblikami kopnih voda na zemlji. V akumulacijah zbrane vode namreč že za nekajkrat presegajo količino vse rečne vode na svetu in jih je že za tretjino vse atmosferske vode. To daje umetnim jezerom planetarne razsežnosti in planetarni pomen. Na to kaže poleg samega števila tudi njihova velikost, saj jih lahko primerjamo z velikimi in največjimi jezери na svetu. V zadnjih desetletjih se človek ne ustavlja niti pred največjimi rekami, ki jih zajezuje čedalje pogostejše in velikopoteznejše ter ustvarja z njimi zaježitve, ki obsegajo po več deset tisoč kvadratnih kilometrov ter vsebujejo po več deset kubičnih kilometrov (milijard kubičnih metrov) vode. Primerjamo jih lahko kar s površino Slovenije. Podobno velja tudi za nekatera velika in največja jezera na svetu, ki jih je človek z dodatno zaježitvijo povečal in preoblikoval v bolj ali manj izrazite akumulacije. Človek je torej tehnično kos posegom, ki po površini in količini zajete vode dosegajo reke in jezera ter s tem regionalne in kontinentalne razsežnosti.

Tehnična razvitost industrijske družbe se kaže v vse hitrejšem porastu števila akumulacij in v vse večjem deležu, ki ga imajo velike vodne zaježitve. Teh ni samo vse več, temveč so tudi čedalje večje. Razvoj akumulacij gre pravzaprav v dve smeri. Na eni strani v gradnjo velikih, gigantskih vodnih zbiralnic, na drugi v gradnjo malih, drobnih zaježitev, ki služijo za krajevne potrebe oziroma za omilitev hudourniških, erozijskih in drugih degradacijskih potez manjših porečij in potočij. Te so največkrat posledica pretiranega krčenja gozda in neustrezne obdelave tal. Drobne akumulacije so pomembne tudi zato, ker posredno izboljšujejo vodne razmere večjih rek, zlasti če jih je več. Ker tehnično in finančno niso zahtevne, tudi za vzdrževanje ne (vodo praviloma zajezujejo enostavni zemeljski nasipi), imajo vrsto prednosti. Zato se marsikje po svetu hitro množijo. Koristne pa niso samo za degradirane pokrajine, v katerih so se razmahnile denudacije, erozija, vetrovnost, sušnost itd., temveč tudi za gospodarsko razvite, v katerih močno narašča različna poraba vode. Drobne akumulacije so tudi najbližje vegetacijskim in drugim naravnim oblikam pokrajinske regeneracije (uravnovešajo vodno kroženje, omiljujejo denudacijske in erozijske procese itd.), čeprav so v bistvu tehnične narave.

V velikih akumulacijah pa so nasprotno koncentrirane ogromne količine vode, ki služijo za velikopotezno izrabo električne energije in namakanje obsežnih pokrajin ter za druge večje namene. Velike akumulacije so tehnično zahtevne, drage in pomenijo za pokrajine obsežno in občutno preobrazbo. Vanje prinašajo poleg ugodnih tudi neugodne poteze, ki pomenijo večkrat pravo pokrajinsko kirurgijo. Velike akumulacije so zaradi potresov, izjemnih poplav in vojnih pustošenj lahko zelo ranljive. Vendar jih imajo na sedanji stopnji razvoja (tehnološkega, gospodarskega, družbenega) povečini za pojave, ki imajo več pozitivnih kakor negativnih posledic. Pravzaprav je življenje velikih akumulacij še prekratko, da bi jih mogli tudi razvojno globlje

oceniti. Verjetno se bo odnos do njih spremenil ob drugačnih energetskih razmerah v svetu in ob drugačnem vrednotenju rodovitnih dolinskih tal. Spremenil se bo morda tudi zaradi samih posledic, ki jih bodo prinesle kasnejše razvojne stopnje akumulacij (zasipavanje, zaraščanje, onesnaževanje zajezone vode itd.).

Zaradi slabih izkušenj z nekaterimi velikimi akumulacijami tudi mednarodne organizacije (FAO, UNESCO, WMO) opozarjajo na nevarnosti enostranskega oziroma premalo pretehtanega ravnanja z vodami. Nekatere posledice velikih vodnih zajezev imajo lahko zelo velik obseg in utegnejo uničiti celo njihov osnovni namen. Večje slabosti so se npr. pokazale pri veliki zajezi na Nilu, in sicer zaradi večjega izhlapevanja vode iz Naserjevega jezera, kot so pričakovali (letno izhlapevanje 15 km^3 , kar je desetina celotne zajezitve!); zaradi obsežnega zasipavanja dolinskih tal, večje potrebe po gnojenju nekdanjih poplavnih površin, naglega širjenja rečne slepote (bilharzije), drastičnega zmanjševanja ribolova v Nilovi delti itd. O tem so govorili tudi na prvi mednarodni konferenci o varstvu človekovega okolja v Stockholmu 1972. leta.

Akumulacije v različnih podnebnih pasovih spremljajo različne težave. To se je pokazalo tako pri zajezevanju vode v sušnih pokrajinah (stepskih, savanskih) in vlažnih tropskih deželah kot tudi v pokrajinah zmernega in subpolarnega pasu. Zaradi zajezev Volge se je gladina Kaspijskega morja, ki dobiva več kot 4/5 vode iz Volge, znižala za 2,5 m in površina zmanjšala na okoli 300.000 km^2 , kar je prineslo obsežne in raznovrstne posledice. Do različnih težav, ki so jih v pokrajinah sprožile obsežne zajezitve voda, prihaja tudi drugod, zlasti v ZDA, Kanadi, Braziliji, ekvatorialni Afriki, Kitajski itd. Zato se čedalje bolj kopičijo pomisleki in čedalje več je glasov in izkušenj, ki terjajo bolj skrbno in preudarno ravnanje z rekami in njihovimi zajezivitvami.

Pregled nad akumulacijami pa je čedalje težji, saj jih je vse več in vse bolj so raznovrstne. To ne velja samo za manjše, temveč tudi za večje vodne zajezitve. Najbolj znane so največje akumulacije, še posebno tiste, ki so plod mednarodnega sodelovanja - organizacijskega, znanstvenega, tehničnega ali finančnega.

Po prostorski oziroma gradbeni zasnovi se v sedanjosti uveljavljata dve vrsti akumulacij - dolinske in kotlinske (jezerske). Prve nastanejo s pregraditvijo dolin in zajezivitvijo rek, ki zalijejo posamezne dele dolin. Druge nastanejo s pomočjo naravnih jezer, ki jih človek z dodatno zajezivitvijo poveča in razširi. Največ je dolinskih akumulacij, ki so tudi najbolj tipične. Ene in druge pa so po velikosti lahko zelo različne. Poleg teh so še akumulacije, ki združujejo značilnosti dolinskih in jezerskih. Teh je sicer manj, med njimi pa je nekaj zelo velikih. Nekateri avtorji razčlenjujejo akumulacije bolj podrobno, npr. Edelštejn (5), ki razlikuje dolinske, kotlinske, kotlinsko-dolinske, jezersko-kotlinske in depresijske akumulacije.

Še bolj se akumulacije razlikujejo po svojo neposredni, to je gospodarski funkciji. Sprva so imele navadno le enostransko vlogo, bodisi energetsko ali namakalno. Ker pa so čedalje večje in dražje, jih skušajo danes izkoristiti vsestransko. To pa terja tudi čedalje večja razvitost "akumulacijskih" pokrajin, ki potrebujejo vse več vode za najrazličnejše namene. Zato akumulacij ne uporabljajo samo za pridobivanje električne energije in namakanje, temveč tudi za osuševanje tal in preprečevanje poplav, za plovbo, ribištvo, za oskrbo s tehnološko, komunalno in drugo vodo pa tudi za turizem in rekreacijo. Čeprav je pomen akumulacij čedalje širši, so v ospredju še vedno njihove energetske in namakalne funkcije. Seveda je vloga posameznih akumulacij odvisna predvsem od stopnje razvitosti in usmerjenosti "akumulacijskih" in sosednjih pokrajin.

Podatki za predzadnje desetletje kažejo, da se je količina zajezone vode letno povečala za okoli 150 km^3 . po tem lahko sklepamo na današnji obseg akumulacij, čeprav podatkov za zadnja leta še ne poznamo v celoti (ocena za 1978 - okoli 6000 km^3). Zadnje preglede je za 1970. leto objavil mednarodni komite za velike jezove v Parizu (27). Doslej je bilo tudi že več

mednarodnih zborovanj s tovrstno tematiko. Tako se je v zadnjih dveh desetletjih nabralo o akumulacijah precej raznovrstne literature, ki jih obravnava z različnih vidikov, gradbenega in tehnološkega, ekonomskega, hidrološkega, geomorfološkega (erozijsko-akumulacijskega), klimatskega, biološkega in drugih. Čedalje več je o tem tudi geografske literature in ekoloških raziskav.

Kompleksnemu obravnavanju akumulacij posvečajo največ pozornosti v Sovjetski zvezi, kar je posledica načrtnega gospodarjenja z vodo in številnih ter velikih vodnih zajezev, ki so jih ustvarili ali pa jih še pripravljajo. Akumulacije gradijo v zelo različnih pokrajinah ter izkoriščajo za različne namene. Ker so v SZ naravne osnove "akumulacijskih" pokrajin v marsikaterem pogledu občutljive (zaradi erozijsko-akumulacijskih, abrazijskih, usadnih in drugih pojavov, ki jih akumulacije sprožijo in oživljajo na mehkih tleh ali v rahlem klimatskem in sploh pokrajinskem ravnotežju stepskih in drugih pokrajin), jih na široko preučujejo. K celovitemu obravnavanju akumulacij je nedvomno pripomogla tudi fizična geografija, ki ima v sovjetski hidrologiji pomembno vlogo.

Veliko so na tem področju storili tudi Japonci. V skrbno in pretehtano gradnjo akumulacij jih sili zlasti racionalno izkoriščanje dolin, ki jih na Japonskem še posebno primanjkuje.

2. Velikostna razvrstitev umetnih jezer

V sedanjosti nastajajo velike vodne akumulacije skoraj v vseh ekonomsko razvitih in tudi v številnih slabo razvitih deželah. Vendar doslej še niso v celoti zbrani in objavljeni podatki o njihovem obsegu in značilnostih. Prve nepopolne podatke o tem so objavili 1962. leta na znanstveno-tehničnem posvetu o preučevanju Kujbiševske akumulacije v SZ (13). Novejše podatke o akumulacijah so 1971. leta prikazali na XVII. mednarodnem limnološkem kongresu v Leningradu (1). Najbolj natančno delo o velikih akumulacijah je 1970. leta objavil Fels (11). Osnovne podatke o 30 največjih akumulacijah, ki presegajo 30 km³ vode, so objavili 1972. leta (2), najnovejše pa je zbral Fortunatov (13) in nanj se v največji meri tudi naslanjamo.

V naslednjem pregledu so po različnih virih (3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16) zbrani in osvetljeni podatki o akumulacijah, ki vsebujejo več kot 20 km³ vode, ali pa imajo po več kot 1000 km² vodne površine (glej tudi preglednico in karto)*. Skadarsko jezero ima npr. desetkrat manj vode in je skoraj trikrat manjše. Tako velike so torej najmanjše akumulacije, ki jih obravnavamo. Zaradi primerjave so omenjene sicer tudi nekatere manjše, a značilne zajezitve. Pri akumulacijah sta pomembni tako površina zajezene vode kakor tudi količina, njuno razmerje pa je pri plitvih oziroma globokih akumulacijah zelo različno. Gorske so navadno manjše, a globlje in lahko vsebujejo več vode, medtem ko so nižinske večje, a zaradi plitvosti navadno manj vodnate.

Leta 1970 je bilo na svetu nekaj več kot 10.000 akumulacij, vsaka po več kot 1 milijon m³ vode (11). Najmanjše torej ustrezajo npr. Plavski akumulaciji na Soči. Povprečno pa imajo vse te akumulacije po 60 km² in 0,5 km³ vode, v resnici pa so med njimi velike razlike. V vseh teh akumulacijah je zajezenih 5.000 km³ vode**, kar je približno štirikrat več, kakor je je v vseh rekah na zemlji. Dolinske akumulacije obsegajo približno 400.000 km², skupna površina teh in jezerskih akumulacij pa se razteza na 600.000 km² (11, 13). To je približno štirikrat več od površine Jadranskega morja ali poldrugikrat več od površine Črnega morja.

* Podatki upoštevajo tudi akumulacije, ki so jih 1970. leta še gradili, medtan pa so jih povečini že napolnili.

** Do danes se je ta številka povečala približno za 1000 km³ glede na to, da se vsako leto poveča za okoli 150 km³.

v zadnjem času gradijo zelo visoke jezove, za katerimi nastajajo ogromna umetna jezera. Samo v treh letih (1965-1968) so v 63 deželah, ki so članice mednarodnega komiteja za velike jezove (ICOLD), zgradili 925 velikih jezov. Z njimi so zajezili 467 km³ vode (11, 13). V teh deželah zgradijo približno 80 odstotkov vseh jezov oziroma akumulacij na svetu. Na leto potemtakem zajezijo povprečno po nekaj več kot 150 km³. To je približno za tri Ohridska ali za 70 Skadarskih jezer.

Na svetu je ta čas 45 gigantskih akumulacij, ki vsebujejo po več kot 20 km³ vode. Vsaka ima najmanj dvakrat toliko vode, kot jo ima celotni Tržaški zaliv, ali pa najmanj toliko kot 200 Bohinjskih jezer. Zgolj v sedmih največjih akumulacijah, ki imajo po več kot 100 km³, je okoli 22 odstotkov vse umetno zajezene vode na svetu.

Akumulacije, ki imajo po več kot 20 km³ vode, lahko razvrstimo v štiri skupine.

Tab.1 Največje akumulacije na svetu (nad 20 km³ vode)

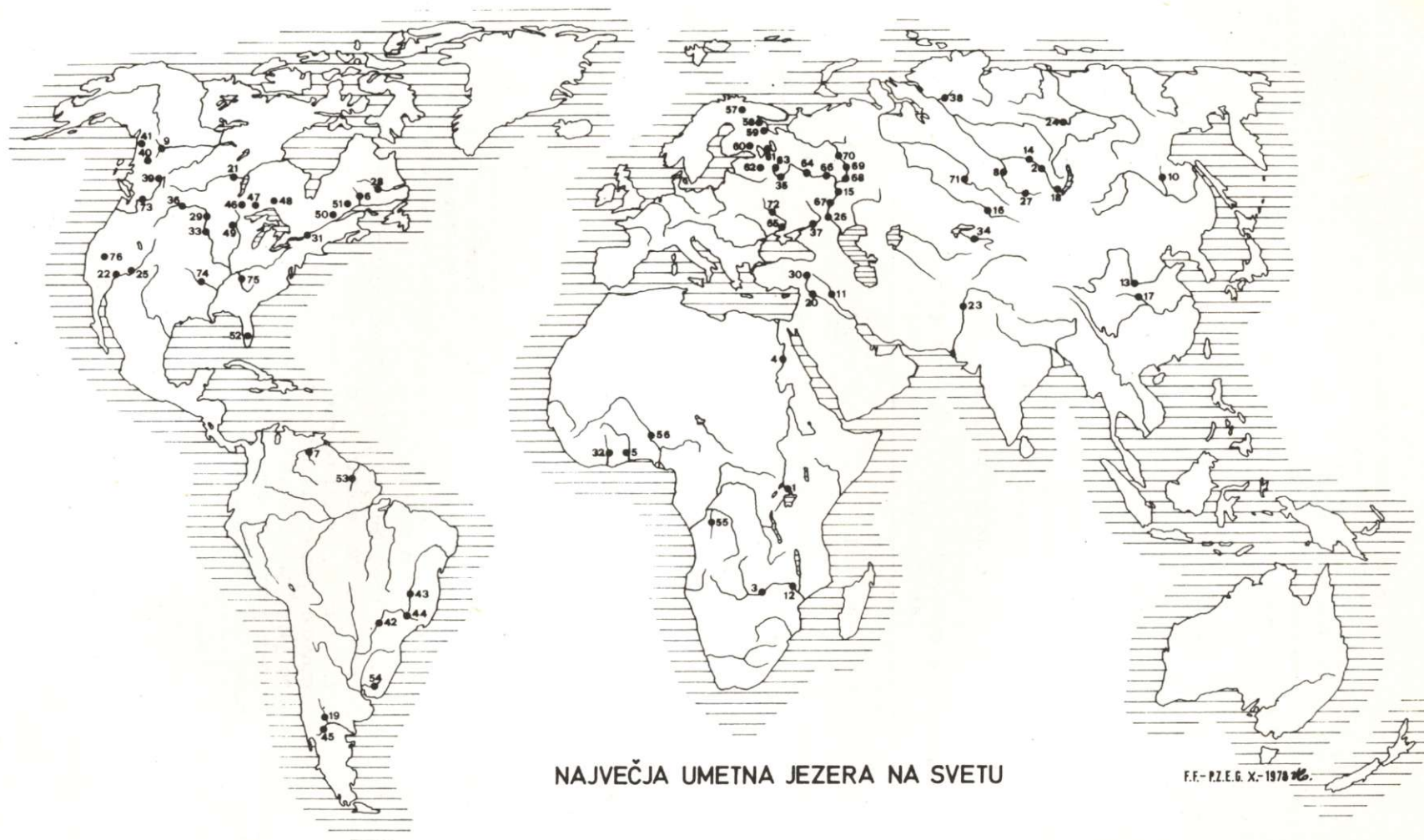
Skupina	Obse " v km ³	Število akumulacij	Sk.prostornina v km ³	Delež vse zajezene vode
I	nad 100	7	1.093	21,9
II	50 - 100	10	634	12,7
III	30 - 50	14	500	10,0
IV	20 - 30	14	336	6,7
Skupno		45	2.563	51,3

Kako hitro narašča velikost zajezitev, kaže Lake Mead, umetno jezero, ki so ga pred drugo svetovno vojno napolnili v Koloradski dolini v ZDA. Še do prvih let po drugi svetovni vojni je bilo največje, danes pa je po količini vode na 22.mestu, po površini pa ni niti med prvimi stotimi. Podobno usodo je doživela Ribinska akumulacija v SZ na zgornji Volgi, ki je bila 1950.leta največja po površini in druga po prostornini. Dvajset let kasneje (1970) je zdrknila na 12.mesto po površini in na 23. po obsegu, danes pa je po količini vode na 35.mestu.

Med dolinskimi akumulacijami, ki so nastale v zajezjenih in potopljenih rečnih dolinah, sta največji na svetu Bratska na Angari v SZ (169,3 km³) in Karibska (160,3 km³) na Zambeziju v Zambiji. Največjo površino pa imata Okosombo (Volta)* na Volti (8.480 km²) in Kujbiševska akumulacija na Volgi (6.488 km²), prva v Gani in druga v SZ.

* Zanesljiv pregled nad umetnimi jezeri je težaven tudi zato, ker jih v literaturi večkrat različno označujejo. Največkrat je to posledica tega, da jih eni imenujejo po jezu, drugi po akumulaciji, tretji po reki, četrti po bližnjem kraju (npr.Volta-Akosombo, Kenney-Neshakoe, Bennet-Williston Lake, Md el Ali-High Dam-Naser jevo jezero-Asuanska akumulacija, Mica-Arrcw Lake, Glen Canyon - Lake Pcowell, Garrison - Lake Sakakawea). Nekateri jezove in akumulacije so po izgradnji preimenovali (Gouver Dam - Hoover Dam, Bennet Dam - Portage Mountain, Gordon Hrum - Williston Lake itd.), druge pa imenujejo eni s tujim, drugi z domačimi imenom (Kariba-Elizabeth Lake, Cwen Falls-Viktoria-Mvazve, Tiete-Ilija Soltejra itd.). Podobno je tudi z nekaterimi rekami in jezeri (Niger-Kvara-Kovarra, Viktorijino jezero-Mvazva), večkrat pa ni mogoče ugotoviti, odkod različna imena, da različne pisave istih imen niti ne omenjamo (Kwilu-Couilon, Sannen-Sian Men Sia itd.).

Nekateri avtorji jezerskih akumulacij ne upoštevajo, čeprav so med največjimi. Ponekod so tudi podatki o velikosti akumulacij različni in zato je drugačna tudi njihova razvrstitev. To in drugo večkrat otežkoča primerjavo in kritično vrednotenje podatkov. V tekstu je drugo ime za akumulacijo ali jez navadno v oklepaju.



Med jezerskimi je na prvem mestu akumulacija za Owenovimi slapovi (Owen Falls) v ekvatorialni Afriki (68.000 km^2), ki se oskrbuje z vodo Viktorijinega jezera, sledita pa ji Irkutska akumulacija (32.966 km^2), ki jo oskrbuje z vodo Bajkalsko jezero, ter akumulacija Iroqu (19.470 km^2) na Reki sv. Lovrenca, ki jo oskrbuje voda Ontarijskega jezera. Z Irkutsko akumulacijo na Angari, ki sega na Bajkalsko jezero (jezerska gladina se je dvignila za 1 m), so potopili Angarsko dolino pod jezerom vse do Irkutska, nad njim pa še delti Selenge in Gornje Angare.

Med velika jezera, ki jih izkoriščajo za akumulacije, spada tudi Oneško jezero. Povečani del jezera, t.i. koristno prizmo, izkorišča Gornjesvirska HE na Sviru med Onego in Ladogo. Čeprav je Oneško jezero veliko, štejemo k akumulaciji le povečani del jezera, ta pa ima le $13,8 \text{ km}^3$ vode.

Na svetu so .1970. leta izkoriščali ozirom polnili 58 akumulacij, ki imajo po več kot 1.000 km^2 (naša največja akumulacija, Djerdapsko jezero, ima le 253 km^2) (25). Razvrstimo jih lahko v štiri skupine.

Tab.2 Najobsežnejše akumulacije na svetu (nad 1000 km^2)

Površina ₂ v tisoc km^2	štev. akumul.	Sk.povr. v km^2	dolinske akumulacije stev.	sk.povr.v km^2	jezerske akumulacije. stev.	sk.povr.v km^2
1 - 3	40	70.013	28	58.733	12	11.280
3 - 5	8	32.960	4	18.560	4	14.440
5 - 10	7	47.597	4	29.847	3	17.750
nad 10	3	123.720	-	-	3	123.720
Skupno	58	274.290	36	108.923	22	165.367

Med 58 najobsežnejšimi akumulacijami na svetu je 22 jezerskih s površino 165.367 km^2 in 36 dolinskih s površino 108.923 km^2 . Tri največje, ki imajo nad 10.000 km^2 , izkoriščajo Viktorijino, Bajkalsko in Ontarijsko jezero. Med akumulacijami od 5000 do 10.000 km^2 so poleg jezerskih tudi že dolinske. Prve zajemajo Oneško in Zajsansko jezero v SZ ter jezera v porečju Hamiltona na Labradorju. Med dolinskimi so približno enako velike akumulacije na Volti v Gani, pri Kujbiševu in Bratsku v SZ ter pri Asuanu (Naserjevo jezero) v Egiptu.

V tretji velikostni skupini (3.000 do 5.000 km^2) so štiri dolinske akumulacije - Karibska (Zambija), Ribinska (SZ), Sanminska (Kitajska) in Volgo-grajska (SZ) ter tri jezerske - Nipigon (Kanada), Saimaa (Finska) in Lake of the Woods (Kanada).

Med 27 akumulacijami od 2.000 do 3.000 km^2 so skoraj vse dolinske. So namreč v dolinah, kjer ni večjih jezer. V tej skupini so Zejska (SZ), Cimljanska (SZ), Cabora Bassa (Mosambik), Kremčugska (SZ) in Kahovska akumulacija (SZ) ter številne druge. Med jezerskimi sta Volhovska akumulacija, ki zaobseže še Ilmensko jezero ter Hantajska akumulacija (Jenisej), katere del je Hantajsko jezero. Prva je v evropskem in druga v sibirskem delu Sovjetske zveze.

Med 27 akumulacijami od 1.000 do 2.000 km^2 jih 10 zajema jezera, 17 vodnih zbiralnic pa je v rečnih dolinah, ki so brez njih. Poleg tega so še akumulacije vmesnega tipa, ki združujejo potopljene doline in jezera. Taka je šeksninska akumulacija (1.669 km^2) v SZ. Vključuje Belo jezero (1.130 km^2), ki je veliko večje od zajezenega šeksninske doline. Drugačno razmerje med zajezeno dolino in jezerom ima akumulacija D.Johnson na labradorski reki Manicougan v Kanadi, ki vsebuje 142 km^3 vode na površini 1.940 km^2 . Na Manicougansko jezero odpade namreč le dobra šestina akumulacije (285 km^2).

Ponekod so jezera spremenili v akumulacije, ne da bi jih bistveno povečali. Tako je z jezerom Inari v severnem delu Finske blizu meje s SZ in Norveško. Pregrada na reki Paats je namreč razširila jezero (1.110 km²) le za 34 km². Celotna akumulacija vsebuje skoraj 5 km³ vode, koristni del pa 2,5 km³. Drugačen primer je jezero Okeechobee v južnem delu Floride, kjer so vodo zajezili za namakanje subtropskih kultur, pa tudi zato, da bi izboljšali plovnost kanalov, ki preprežajo Florido. Akumulacija obsega 1.821 km². v njej je 5,2 km³ vode, v koristnem delu pa 1,6 km³. Ko so jo 1938. leta zgradili, se je jezerska gladina dvignila za 3 m in jezero se je precej razširilo ter zalilo obsežna močvirja.

3. Razporeditev največjih umetnih jezer po svetu

Akumulacije, ki vsebujejo po več kot 20 km³ vode oziroma obsegajo več kot 1.000 km², so razširjene že na vseh kontinentih, razen v Avstraliji. Vendar je tudi tu in v Oceaniji preko 2000 akumulacij, ki obsegajo skupno 30 km³ vode, a so manjše od teh, ki jih obravnavamo. Največjo akumulacijo, ki bo vsebovala 12,4 km³ vode, gradijo v JZ Tasmaniji na reki Gordon. Med že napolnjenimi je največja zajezitev Yucambin pod Snežnim gorovjem v Novem Južnem Walesu. Vsebuje 4,8 km³ vode in obsega 132 km². Največjo površino ima sicer akumulacija na reki Murray, a ima le 3,1 km³ vode, ker je razmeroma plitva.

Tab.3 Največja umetna jezera po kontinentih

Kontinent	akumulacije nad 20 km ³			akumulacije nad 1.000 km ²	
	štev.	sk.prost. v km ³	sk.povr. v km ²	štev.	sk.povr. v km ²
Afrika	6	766,,3	90,.450	7	91,.493
Azija	16	881,,4	67,.346	13	64,.253
S.Amerika	13	536,,4	44,.507	15	54,.857
Evropa	4	138,,6	16,.750	19	54,.875
J.Amerika	6	236,,9	9,.454	4	5,.675
Skupno	45	2.563,,6	226.370	58	274,.290

Največja afriška umetna jezera. Afrika zavzema posebno mesto po tem, da je v zadnjih letih zgradila zelo velike vodne akumulacije. Edinstvena je zajezitev pri Owenovih slapovih, ki izkorišča Viktorijino jezero (Mvazva), drugo največje sladkovodno jezero na svetu (68.000 km²). Uporabna količina tri metre debelega sloja vode obsega kar 204,8 km³. Zato je ta zajezitev največja na svetu. Pomembna ni samo za Ugando, temveč perspektivno tudi za hidrotehnično ureditev celotnega Ponilja, bodisi za plovbo, namakanje ali hidroenergijo.

V zadnjih 15 letih so v Afriki napolnili kar pet ogromnih akumulacij: Karibo na Zambeziju, Naser na Nilu, Akosombo na Volti (Gana), Kossy na reki Bela Bandoma (Obala slonove kosti) ter Kainji na Nigru (Kvara) v Nigeriji.

Karibska akumulacija na Zambeziju, ki so jo napolnili 1959. leta, se razteza na meji med Južno Rodezijo in Zambijo. Obsega 160 km³ vode, z rezervno protipoplavno prostornino pa presega 170 km³, kajti Zambezi močno koleba zaradi savanskega dežnega režima južne polute. Vodna gladina se v skrajnem primeru lahko razširi na 4.500 km². Zgradili so jo za pridobivanje električne energije, ki je potrebna za izkoriščanje bogatega bakrovega področja v Zambiji (elektrolitično rafiniranje bakra) ter za različne industrijske panoge v Rodeziji. Zajezeno reko izkoriščajo tudi za namakanje in drugo vodno oskrbo saj izboljšuje plovnost srednjega dela Zambezija in varuje dolino pred poplavi. Za domače prebivalstvo je pomemben tudi ribolov.

Naserjevo jezero za jezom Sadd el Ali na Nilu obsega s protipoplavno prostornino, ki lahko zadrži povečan dotok Nila, kar $157,3 \text{ km}^3$. Celotna prostornina umetnega jezera ima sicer $146,7 \text{ km}^3$, koristna 74 km^3 , kolebanje gladine doseže 75 m, površina pa meri 5.120 km^2 . Akumulacija služi predvsem za namakanje in energetiko pa tudi za plovbo in ribolov. Pri njej se je pokazalo, da imajo zaježitve velikih rek v takšnih pokrajinskih osnovah, kakršne so v Sudanu in Egiptu, tako številne slabosti, da je njihova celotna koristnost dvomljiva. Velika asuanska zaježitev naj bi sicer postala osnovni člen egiptovskega namakalnega in energetskega gospodarstva. Kajti velika pomanjkljivost hidrotehničnega urejanja Ponilja je bila v tem, da je poleg namakalnih premalo upoštevala energetske, plovne in druge potrebe. Vendar v Ponilju še vedno niso dosegli ureditve tennessejskega tipa.

V Gani so na Volti leta 1965 zgradili akumulacijo (Akosombo), ki se po prostornini (148 km^3) uvršča na peto mesto na svetu, po vodni površini pa je največja dolinska akumulacija (8.430 km^2). V skrajnem primeru se vodna gladina lahko poveča celo na 8.730 km^2 . Koristni del akumulacije obsega $90,9 \text{ km}^3$. Služi predvsem za energetiko in namakanje pa tudi za plovbo, obrambo pred poplavi in ribolov. Zaježena vodna gladina prekriva kar 3,7 odstotkov celotne površine Gane. Zaježitev Volte, reke savanskega podnebja, je sprožila predvsem gradnja velikega hidroenergetskega kombinata, na katerem sloni tamkajšnja aluminijeva industrija.

Na Obali slonove kosti so na reki Bela Bandoma zgradili leta 1971 energetsko-namakalno akumulacijo Kosu (Kossy) s celotno prostornino $29,5 \text{ km}^3$ in koristno prostornino 25 km^3 ter površino 1.600 km^2 . Tudi tu so se z zaježevanjem vode stopnjevale težave zaradi rečne slepote, ki se širi med domačini.

V Nigeriji so v teh letih zgradili jez na reki Niger, za katerim je nastala akumulacija Kainji s prostornino 15 km^3 in površino 1.243 km^2 , ki služi predvsem za pridobivanje električne energije (za pridobivanje kositra) in boljšo plovbo po Nigru, ki dvakrat na leto naraste, dvakrat pa ima premalo vode, čeprav ima v povprečju $7.000 \text{ m}^3/\text{sek}$ vodnega pretoka.

V Mozambiku dokončujejo na reki Zambezi 140 m visok jez Cabora Bassa, ki bo zaježil $66,6 \text{ km}^3$ vode na površini 2.700 km^2 . Tudi ta akumulacija bo služila za električno energijo, namakanje in boljšo plovnost Zambezijskega jezika.

Nekateri viri (11) omenjajo še akumulacijo Sunda na reki Kwilu v JZ Zairu, ki naj bi imela kar 35 km^3 prostornine in 1.600 km^2 površine, po drugih podatkih je še niso začeli graditi, po tretjih pa naj bi bila v Gabonu (15).

Tudi v Gvineji, JAR, Zairu, Maroku in še nekaterih drugih afriških deželah so zgradili ali pa še gradijo več velikih akumulacij, ki se po prostornini ali površini približujejo prikazanim.

Da so v Afriki zgradili velike akumulacije, je razumljivo, saj so afriške reke zelo velike in vodnate. Predvsem pa so zaradi pragov in brzic ugodne za izrabo hidroenergije. Hidroenergetski potencial Afrike je namreč močnejši kakor na kateremkoli drugem kontinentu. Prav tako privlačna so velika rudna bogastva, ki so privabila tuje naložbe v velike hidroenergetske akumulacije, potrebne za izkoriščanje bogatih ležišč železove, bakrove, aluminijeve, kositrove in drugih rud. Akumulacije sicer s pridom uporabljajo tudi za druge namene, vendar je to drugotnega pomena. Zato so velikopotezne zaježitve afriških rek preveč enostranske in širše regionalne hidrotehnične ureditve so šele na začetkih.

Največje azijske akumulacije so po površini enake Grčiji. Azija zavzema z njimi pomembno mesto največ na račun Sovjetske zveze. Med 16 akumulacijami, ki imajo največ vode, jih je kar 10 v sovjetskem delu Azije. Med njimi so Bratska (Angara) in Krasnojarska (Jenisej), obe v Sibiriji, ter Buhtarminska (Irtiš) v Kazahstanu. Med tistimi, ki jih še polnijo, sta največji Čapčagajska (Ili) v Kazahstanu in Hantajska (Hantajka, pritok Jeniseja) v Sibiriji in med tistimi, ki jih gradijo, sta največji Ust Umska (Ilm) ter Sajanska (Jenisej), obe sibirski. Posebno zanimiva je Sajanska akumulacija, ki

nastaja v gorskem svetu za 236 m visoko pregrado. Ustvarila bo veliko, globoko jezero oligotrofnega tipa, njena HE pa bo po moči največja na svetu. Poleg energetskih in drugih funkcij je značilno, da sibirskie akumulacije in zajezene reke uporabljajo tudi za splavarstvo.

Izven Sovjetske zveze sta v Aziji največji akumulaciji na reku Huang ho (Sian Mer Sia) in Han šui (Dan Cian kou), obe na Kitajskem. Zgradili so ju za preprečevanje poplav, namakanje in pridobivanje električne energije.

Med akumulacije, ki bodo dosegle gigantsko velikost, spada tudi Munhafad at Tartar, ki jo grade v Iraku na Tigrisu. Zadrževala bo kar 67 km^3 vode. V zgornjem in srednjem delu Evfrata, že na sirskih in turških tleh, pa so se zgradili dva velika jezova, ki zajezujeta po več kot 20 km^3 vode. V vzhodnem delu Turčije je namreč za 207 m visoko pregrado Keban nastala akumulacija s 30.5 km^3 vode, ki se je razlila na 750 km^2 . Niže ob Evfratu pa so zgradili v Siriji akumulacijo Tabka (Buhayrat al Assad). Ima $43,5 \text{ km}^3$ vode na površini 830 km^2 . Obe akumulaciji služita za pridobivanje električne energije, namakanje in boljšo plovbo po Evfratu. S tem se bodo namakalne razmere ob Evfratu in Tigrisu, ki so bile precej za egiptovskimi, močno izboljšale, kar je zaradi manj ugodnega nivo-pluvialnega vodnega režima obeh rek toliko pomembnejše.

V Pakistanu gradijo na Indu energetsko-namakalno akumulacijo Kalabag za 36.6 km^3 zajezene vode. Že doslej so tu, v Indiji in Tajski, napolnili velike akumulacije, ki vsebujejo po več kot 10 km^3 vode in zavzemajo po več. sto kvadratnih kilometrov. Služijo predvsem za namakanje in električno energijo.

V Severni Ameriki je 13 akumulacij, ki imajo po več kot 20 km^3 in obsegajo $536,4 \text{ km}^3$ vode. Poleg tega je 15 akumulacij, ki obsegajo po več kot 1000 km^2 in zavzemajo 54.857 km^2 , ene in druge imajo skupno skoraj 100.000 km^2 , kar je več kot površina Madžarske. Vse so v Kanadi in ZDA. V Mehiki so sicer tudi velike akumulacije, a so manjše od teh.

V kanadski pokrajini Quebec so 1967. leta zajezili Manicougansko reko. Tako je nastala akumulacija D. Johnson, ki je med največjimi na svetu. Celotna prostornina - 142 km^3 , koristna - 36 km^3 , površina - 1940 km^2 . Na Manicougansko jezero, ki ga je zajela zajezitev, odpade le 285 km^2 . Akumulacija je izključno energetska, kar je glede na potrebe in tamkajšnje pokrajinske osnove tudi razumljivo.

V Britanski Kolumbiji so reliefne in vodne razmere zelo ugodne za velike zajezitve rek. Te so vodnate (gorski nivalni režim) in imajo močan strmec. Tako so 1968. leta zajezili reko Peace. Za pregrado Bennet (Portage Mountain) je nastala Willistorska akumulacija (Williston Lake oz. Gordon Hrum): celotna prostornina - 71 km^3 , koristna - 37 km^3 , površina - 1655 km^2 . Tudi ta je energetska. Zajezena voda je napolnila podolžno dolino v Skalnem gorovju, potem ko so v kanjonu, po katerem se Peace prebija skozi vzhodni hrbet Skalnega gorovja proti vzhodu, zgradili 183 m visoko pregrado. Za pregrado Mica je nastalo Arrow Lake s prostornino 23 km^3 , ki služi za hidroenergijo in za namakanje Kolumbijske doline.

V tej pokrajini je za pregrado Kenney, s katero so zajezili reko Nechako, nastala 1952. leta istoimenska akumulacija imenovana po HE tudi Kenano. Njena posebnost je v tem, da se voda iz več gorskih jezer steka v veliko zbiralnico, od koder po kanalu in tunelu, ki prebija Obrežni hrbet, odteka na tihomorsko stran. Njena hidroelektrarna izkorišča višinsko razliko 760 m pri povprečnem vodnem odtoku $196 \text{ m}^3/\text{sek}$. Akumulacija zajema 22 km^3 vode in se razprostira na 800 km^2 . Vanjo se stekajo vode iz sedmih jezer, zalila pa je kar 680 km^2 gozda.

Med kanadskimi zajezitvami, ki presegajo 20 km^3 prostornine, kaže omeniti še akumulacije Grand Rapids na reki Saskatshewan v Manitobi, Churchill na labradorski reki Hamilton in akumulacijo Iroquois na Reki sv. Lovrenca v Ontariju. Vse tri so nastale z združevanjem ali razširitvijo glacialnih jezer.

Akumulacija Grand Rapids s celotno prostornino $39,9 \text{ km}^3$, koristno $11,1 \text{ km}^3$ ter površino 4.100 km^2 , vključuje več razširjenih jezer, med drugim tudi jezero Cedar ter zajezeno dolino reke Saskatchewan.

Tudi labradorska akumulacija Churchill je s pomočjo 15 oregraj razširila in združila večje število glacialnih jezer. Nekaj jih je v porečju Hamiltona (Sangirt, Lobstick, Gabro, Ossokmanuan), druga v porečju reke Naskopie (Mickikamau, Mackenzie, Orma). Skupna površina jezer in potopljenih tal zavzema 6.650 km^2 , od tega uravnava alavna pregraja kar 6.200 km^2 zajezenih voda. Celotna prostornina akumulacije, ki ima izključno energetske funkcije, obsega $31,3 \text{ km}^3$ in koristna 28 km^3 . Nastala je zaradi izkoriščanja bližnjih bogatih ležišč železove rude.

Akumulacija Iroquo je sestavni del globokovodne poti, ki povezuje Velika jezera in Atlantski ocean. Osnovna vloga zajezev, ki so nastale z ureditvijo Reke sv. Lovrenca, je transportna. Poleg tega stopnje, ki so nastale z jezovi, izkoriščajo še za električno energijo, vodo v akumulacijah pa za oskrbo mest in industrije. Zajezena voda sega na Ontarijsko jezero, ki ima tako za $1,5 \text{ m}$ višjo gladino. Zajezena voda obsega 19.470 km^2 , med jezerskimi akumulacijami je po velikosti tretja na svetu. Njen koristen del obsega namreč kar 30 km^3 . V Kanadi so še druge velike akumulacije, ki se po velikosti približujejo prikazanim.

V ZDA so do leta 1970 zgradili pet vodnih zbiralnic, ki imajo po več kot 20 km^3 vode, in šest akumulacij, ki imajo po več kot 1.000 km^2 . Največja sta Lake Mead in Lake Powell na Koloradu. Prvo so napolnili že leta 1936, ko so postavili Hoover Dam. Dolgo časa je bila najvišja na svetu (221 m) in tudi jezero, ki je nastalo za njo, je bilo po prostornini največje. Vse zajezene vode je $36,6 \text{ km}^3$ in koristne $33,5 \text{ km}^3$ na površini 631 km^2 . Jezero preprečuje poplave in daje dragoceno namakalno vodo ter hidroenergijo za vso južno Kalifornijo.

Druge akumulacije (Lake Powell) leži višje ob Koloradu. Napolnili so jo leta 1964, ko so zgradili Glen Canyon Dam (višina jezera - 216 m , celotna prostornina - $33,3 \text{ km}^3$, koristna - $25,7 \text{ km}^3$, površina - 646 km^2). Služi enakemu namenu kot nižja, poleg tega pa še za turizem oziroma za rekreacijo, saj jo vsako leto obišče na stotisoče turistov, ko občudujejo Koloradski kanjon.

V ZDA je treba med drugimi velikimi akumulacijami omeniti še tri na reki Missouri. Prva je Fort Peck v Montani, druga Garrison oziroma Sakakawea Lake v Severni Dakoti in tretja Oahe v Južni Dakoti. Največja je Garrisonska, ki obsega $30,6 \text{ km}^3$ vode na površini 1.578 km^2 . Njen glavni namen je, da preprečuje poplave, omogoča namakanje in plovbo po reki ter daje električno energijo. Z vodo oskrbuje naselja in industrijo, omogoča pa tudi vodne športe in rekreacijo.

Največja umetna jezera v Južni Ameriki. Velike akumulacije so doslej napolnili že v Venezueli, Surinamu, Braziliji, Urugvaju in Argentini. V Venezueli je na reki Caroni nastala akumulacija El Manteco (Guri), ki ima $17,7 \text{ km}^3$ vode. Ko jo bodo razširili, bo imela $111,2 \text{ km}^3$, služi pa predvsem za elektroenergijo, ki je potrebna rudarstvu (železova ruda, boksit) in nastajajoči industriji.

V Surinamu so leta 1970 za jezom Brocopondo napolnili akumulacijo Van Blommestein Meer (Affobaka), ki služi za hidroenergijo, potrebno za pridobivanje aluminija iz tamkajšnjih bogatih ležišč boksita. Njen obseg - $12,4 \text{ km}^3$, površina - 1.560 km^2 .

V Braziliji so na reki Sao Francisco leta 1966 napolnili akumulacijo Tres Marias, ki služi za električno energijo tamkajšnji industriji in boljšo plovbo (njen obseg - 21 km^3 , površina - 1.350 km^2). Leta 1965 so ob gornjem toku Rio Grande napolnili akumulacijo Furnas s $20,9 \text{ km}^3$ vode, ki zavzema 1.606 km^2 . Pravkar gradijo na reki Parana akumulacijo Tiete (Ilija Solteira) z obsegom $21,1 \text{ km}^3$, ki je namenjena za pridobivanje električne energije in boljšo plovbo po reki.



V Urugvaju so leta 1946 na Rio Negru za pregrajo Rlncon del Bonete napolnili akumulacijo s celotnim obsegom 15 km^3 in koristnim $6,6 \text{ km}^3$ ter površino 1.440 km^2 . Tudi ta služi za pridobivanje električne energije in boljšo plovnost reke.

V Argentini so na reki Neuguen postavili akumulacijo Serros Colorados s prostornino $43,5 \text{ km}^3$ in površino 620 km^2 za pridobivanje električne energije in namakanje tal. Na reki Limay grade akumulacijo El Chocon s prostornino $20,1 \text{ km}^3$ in površino 835 km^2 . Akumulacija bo razen za pridobivanje električne energije služila še za namakanje in vodno oskrbo mest ter industrije, ki se razvija v južnem delu Argentine.

Največje evropske akumulacije. V Evropi je sicer 19 akumulacij s površino po več kot 1.000 km^2 , med njimi so štiri s prostornino nad 20 km^3 , vendar so vse razen dveh, v Sovjetski zvezi. Toda tudi ti dve, ki sta v sosednji Finski tik ob meji, posredno izkorišča SZ. Tako je medmorska Evropa pravzaprav brez velikih zajezev. Omenjene akumulacije obsegajo 290 km^3 vode na površini 71.625 km^2 , kar je skoraj toliko kot meri Avstrija.

Na Finskem so uporabili dve večji jezera (Saimaa, Inari). Vodo Saimaškega jezera izkorišča lesogorska akumulacija na reki Voukse, ki odteka v Ladoško jezero in finski elektrarni Enso in Ranhiala. Vodo Inariškega jezera pa izkorišča akumulacija Kajta Koški na reki Paats.

Med največjimi akumulacijami v evropskem delu Sovjetske zveze so dolinske in jezerske. Med jezerskimi je na prvem mestu že omenjena Gornjesvirska akumulacija na reki Svir z zaledjem na Oneškem jezeru. Obsega 9.939 km^2 , od tega pritiče jezeru kar 9.700 km^2 , potopljeni Svirski dolini pa le 239 km^2 . Od celotne prostornine $13,8 \text{ km}^3$ ima koristna jezerska prizma kar 13 km^3 . Z električno energijo oskrbuje predvsem Leningrad in njegovo industrijo.

Med dolinskimi je največja Kujbiševska akumulacija na Volgi. Po površini je druga največja vodna akumulacija na svetu sploh. Velike akumulacije, ki so nastale z zaježitvijo nižinskih vzhodnoevropskih rek, zelo vsestransko izkoriščajo. Vse ženejo elektrarne, ki delujejo po koničnem režimu. Energijo pridobivajo v času, ko v enotnem električnem omrežju evropskega dela SZ primanjkuje energije. Največja evropska hidroelektrarna izkorišča volgo-grajsko, druga največja pa Kujbiševsko akumulacijo.

V SZ zaradi hitro rastočih potreb po vodi pomen akumulacij zelo naglo narašča. Kmalu jih bodo uporabljali tudi za preusmerjanje rečne in jezerske vode iz severnega v osrednji in južni del Ruske nižine. V ta namen načrtujejo zaježitve, ki bodo še večje od sedanjih.

K boljši plovnosti vodnih poti Ruske ravnine so pripomogle ravno akumulacije. Med njimi so najpomembnejše volške in Cimljanska akumulacija na Donu. Slednja omogoča izkoriščanje volgo-donskega plovnega kanala, ki povezuje vodne poti v povodju Črnega in Kaspijskega morja. Akumulacije na Volgi so enako pomembne za vodni promet in električno energijo.

Pomemben vozil notranjih vodnih poti v evropskem delu SZ je prav gotovo Ribinska akumulacija. Preko nje plujejo ladje z ugrezom do 4m iz srednje in spodnje Volge v zgornje Povolžje tja do Moskve. Ribinska in šeksninska akumulacija sta nepogrešljivi tudi za globokovodno volgo-baltiško pot, ki zagotavlja zvezo med Baltiškim, Belim in Kaspijskim morjem.

Izjemno pomembna za namakanje in vodno oskrbo južnega dela Ukrajine, vključno s Krimom, je Kahovska akumulacija na spodnjem Dnjepru, preko katere preusmerjajo vodo iz Dnjepra na Krim. V bližnji bodočnosti bo med pomembnimi nalogami izkoriščanje vode, ki je akumulirana v spodnjih delih Volge za namakanje Zavolžja in polpuščavske Prikaspijske nižine.

Domala vse velike akumulacije evropskega dela SZ izkoriščajo tudi za industrijski ribolov, ki v akumulacijah SZ doseže letno 60.000 ton (skupno z domačim in športnim pa okoli 90.000 ton). To je dvakrat več od jugoslovanskega

morskega ulova rib. V največjih akumulacijah evropskega dela SZ ulove letno 75.000 ton rib, od tega samo na volških okoli 40.000 ton. Na Kujbiševsko, Saratovsko in Volgograjsko akumulacijo odpade kar 70 odstotkov tega ulova, še vedno pa ulove manj rib, kakor dopušča biološka produktivnost zajezenih voda.

Akumulacije vse bolj izkoriščajo tudi za rekreacijo. Ob njih letuje vsako leto na stotisoče ljudi, več sto rečnih ladij pa so preuredili v plavajoče domove. Tudi v potniškem prometu je prevoz turistov in izletnikov čedalje pomembnejši. Vendar pa vseh možnosti rekreacijskega izkoriščanja akumulacij še zdaleč niso izčrpali. Sploh so ruske akumulacije primer kompleksnega izkoriščanja zajezenih voda. Pri tem ne smemo prezreti njihovega posrednega vpliva npr. na večjo vlažnost "akumulacijskih" pokrajin, kar je pomembno zlasti v stepski Ukrajini. Pri izkoriščanju akumulacij pa povzročajo težave različni interesi (energija - plovba - namakanje), ki niso vslej skladni. Ti problemi se pri kompleksnem izkoriščanju akumulacij kažejo še marsikje drugod po svetu.

4. Problematika in nadaljnji razvoj umetnih jezer

Vode, ki jih človek zbira v velikih akumulacijah, postajajo eden od osnovnih načinov urejenega izkoriščanja vodnih virov na zemlji. Z vsakim letom narašča pomen velikih akumulacij, ki nastajajo za visokimi jezovi, prav tako pa narašča pomen velikih jezerskih akumulacij, ki uravnavajo odtok večjih jezer

Še pred nekaj desetletji je količina vode v tedaj največjih zaježitvah komaj presegla 35 km³ - danes pa obratuje že 17 akumulacij, ki vsebujejo po več kot 50 km³ vode, sedem pa jih ima celo po več kot 100 km³. Mead Lake, dolao časa največje umetno jezero na svetu, ima manj kot 700 km², danes pa se največja raztezajo na več desetkrat večjih površinah. Velike akumulacije so pravzaprav tehnološki uspeh zadnjih treh desetletij. Izmed 45 največjih jih je 33 nastalo šele po letu 1960, v desetletju prej le pet, pred tem pa komaj tri.

Vse akumulacije zadržujejo že več kot 5.000 km³ vode. To je štirikratna količina vse rečne vode na zemlji, toda še vedno le 4 odstotki vse jezerske vode

Vse akumulacije obsegajo 600.000 km². To je večja površina, kakor jo imajo Jugoslavija, Bolgarija, Grčija in Albanija skupaj, če bi akumulacije izpraznili, bi se gladina svetovnega morja dvignila za 16 mm. Zato upravičeno trdimo, da umetne vodne zaježitve pridobivajo planetarni pomen.

Namesto po kontinentih bi akumulacije lahko obravnavali tudi po klimatskih pasovih ali tipih pokrajin. V enakih pokrajinskih osnovah imajo namreč akumulacije vrsto skupnih potez. Tako tudi v Kanadi, Finski in severnem delu Sovjetske zveze, kjer so ledeniški relief in številna jezera z neurejeno rečno mrežo in neuravnovešenim strmcem rek ter drugo dediščino pleistocenske poledenitve. Vse to je ugodno za zajezevanje rek in hidroenergetsko izrabo doda, čeprav sta njihov nivalni režim in dolga vsakoletna zamrznjenost manj ugodna. Obenem so to redko naseljeni in gospodarsko enostransko razviti kraji. V teh pokrajinah zato prevladujejo jezerske akumulacije, ki imajo večinoma enostransko, navadno energetske funkcije, namenjene v glavnem rudarstvu in predelavi rud ali pridobivanju in pošiljanju električne energije v sosednje, gospodarsko bolj razvite pokrajine.

Drugače so akumulacije v celinskem podnebju zmernege pasu, npr. v Misissippem in Vzhodnoevropskem nižavju, kjer prevladujejo velike nižinske reke z močnim kolebanjem preko leta ter drugimi pokrajinskimi osnovami, ki so za zajezovanje manj ugodne. Prevladujejo sicer dolinske zaježitve, ki pa so zaradi ravninskega sveta plitve, raztegnjene in velike. Pomembne so za namakanje, plovbo in pridobivanje električne energije. Težave so v močnem izhlapevanju zajezene vode, v naglem abrazijskem razdiranju rahlih jezerskih bregov zaradi mladih rečnih in drugih tal, v katerih so nastale, itd.

Drugačen tip akumulacij je v starih namakalnih pokrajinah - Sovjetska Srednja Azija, Pakistan, Indija, Kitajska, Mezopotamija, Egipt. Tem deželah so velike zaježitve prinesle posodobitev namakalnih naprav in osnovo za druge velikopotezne vodnogospodarske naprave. Zaradi tople in sušne klime ter nivo-pluvialnega režima pa zaježene vode izdatno kolebajo in izparevajo. Težave so tudi zaradi prestrezanja rodovitnega rečnega blata, ki ostaja za jezovi, prej pa je gnojilo poplavna dolinska tla.

Naslednji tip akumulacij je v tropskem pasu, savanskem ali stalno vlažnem. Povečini so tu ugodni pluvialni režimi tropskih rek, manj pa je ugodna poplavnost dolin in še manj veliko izhlapevanje zaježenih voda ter širjenje bolezni, ki so v zvezi s stoječo vodo (rečna slepota, malarija itd.). Te akumulacije so v manj razvitih deželah in velike zaježitve rek so posledica enostranskih oziroma tujih koristi. Zgradili so jih s tujimi naložbami, ki so namenjene za pridobivanje električne energije, ki je potrebna za kopanje in predelavo rud iz tamkajšnjih bogatih ležišč, zlasti boksitnih. Pri teh zaježitvah niso pretirano štedili tal, zato so akumulacije zalile obsežne dele dolin, veliko rodovitnih tal in veliko tropskih gozdov. Akumulacije izrabljajo sicer tudi za namakanje, plovbo in ribištvo, vendar je to bolj drugotnega pomena. Tudi ekološko so te akumulacije najbolj kočljive.

V marsičem drugačne so vodne akumulacije v razvitih deželah, saj so povečini najbolj pretehtane in vsestranske. Vseeno pa so ekološki in drugi pomisleki ravno pri njih najbolj živi. Delež zaseženih kulturnih tal, prometnih poti in naselij je namreč pri teh akumulacijah največji. To ne velja samo za nižinske pokrajine (Missisipsko nižavje, Rusko nižavje), kjer so se sredi kulturnih pokrajin zaježene reke na daleč razlile, temveč tudi za gorski svet, kjer so doline še bolj dragocene, čeprav so zaradi višjih zaježitev akumulacije manj obsežne. Tudi življenje v dolinah pod velikimi zaježitvami ni povsem brez tveganja. Doslej je bilo že več velikih nesreč (15). Posebni problemi so v teh pokrajinah onesnažene reke in onesnaženost zaježenih voda. Glede velikih akumulacij je zato največ pomislekov ravno v najbolj razvitih deželah, čeprav akumulirano vodo najbolj potrebujejo. Toda stiska za prostor je tu največja in problemi okolja najbolj izostreni. V Evropi si zato velikih akumulacij (npr. na Donavi, Renu) niti zamisliti ne moremo, ker bi vse preveč grobo posegle v gosto naseljene, močno kultivirane in infrastrukturno dobro opremljene pokrajine, že v redko naseljenih dolinah so morali, preden so jih zaježili, marsikje preseliti na desettisoče ljudi.

Velike vodne akumulacije so nedvomno velikopotezna osnova infrastrukturne ureditve pokrajin. Zaradi čim bolj smotrnega urejanja pokrajin jih skušajo načrtovati vse bolj široko in vsestransko. Take primere poznamo iz SZ, ZDA, Kanade, Japonske in še nekaterih dežel, kjer skušajo najprej preučiti vse posledice, ki jih akumulacije utegnejo sprožiti neposredno ali posredno, takoj ali kasneje. Tennesseejski način vodnega urejanja z akumulacijami vred, ki pomeni smotrno vodno gospodarjenje s celotnimi porečji, so že pred drugo svetovno vojno začeli uresničevati v ZDA. Kasneje se je močno uveljavil tudi v SZ. V manj razvitem svetu pa, žal, še vedno prevladujejo močno enostranski hidrotehnični posegi, ki jih narekujejo bodisi interesi posameznih gospodarskih panog, drugih držav oziroma večnacionalnih družb.

Na širši pomen velikih akumulacij, ki je praviloma interrecrecionalen, kažejo že njihove razsežnosti. Velike akumulacije so dolge po več sto kilometrov in široke po več deset kilometrov. Vrisane niso samo na kartah posameznih držav, temveč tudi na kartah kontinentov in v atlasih. V marsikateri deželi je več umetnih jezer kakor naravnih in tudi večja so. Marsikatera dežela spominja s svojimi dolgimi in ozkimi dolinskimi akumulacijami na alacialne jezerske pokrajine, kakršne so npr. v Kanadi, švedski, finski itd. Tak vtis dobimo celo, ko gledamo sodobne karte Portugalske, Španije, Turčije in drugih dežel, kjer je več sto takih jezer. Skratka, umetno ojezerjevanje postaja značilna poteza vse večjega števila dežel.

Glede na količino in površino zaježene vode je razumljivo, da velike akumulacije močno vplivajo na kroženje vode, vodno bilanco in zadrževanje rečnih sedimentov, ki obtičijo v zaježitvah, prej pa so jih reke nosile v morja.

Največja umetna jezera na svetu (1970)

Tek. števil.	Akumulacija	Reka, jezero	Država	Zgrajena leta	Obseg v km ³		Površina v km ²	Vrsta izrabe
					celotni	koristni		
1.	Ovenova akumulacija	Viktorijino j.	Uganda	1954	-	204,8	68.000	En, Pl, Rb
2.	Bratska	Anačara	SZ	1967	169,3	48,2	5.470	En, Pl, Sp, Rb, Os, Rk
3.	Kariba	Zambezi	Zambija	1959	160,3	46,0	4.550	En, Mn, Pl, Rb, Ppl
4.	Naser	Nil	Egipt	1968	157,3	74,0	5.120	Mn, En, Ppl, Pl, Rb
5.	Akoscmbo	Volta	Gana	1965	148,0	90,0	8.480	En, Pl, Mn, Ppl, Rb, Os
6.	D. Johnson	Manicougan	Kanada	1967	142,0	36,0	1.940	En
7.	El Manteco	Carroni	Venezuela	gr.	111,2	55,0	-	En
8.	Krasnojarska	Jenisej	SZ	1970	73,3	30,4	2.000	En, Pl, Sp, Rb, Os
9.	Williston Lake	Peace	Kanada	1968	71,7	37,0	1.655	En
10.	Zejska	Žeja	SZ	gr.	68,4	32,1	2.740	En, Pl, Ppl
11.	Tartar	Tigris	Irak	gr.	67,0	-	2.000	Nm, Ppl
12.	Cabora Bassa	Zambezi	Mozambik	gr.	66,4	-	2.700	En, Nm, Pl
13.	Sian Men Sia	Huang ho	Kitajska	1962	65,0	55,0	3.500	Ppl, Nm, En, Pl
14.	Ust Ilmska	Angara	SZ	gr.	59,4	2,8	1.873	En, Pl, Sp, Rb
15.	Kujbiševska	Volga	SZ	1957	58,0	34,6	6.488	En, Pl, Mn, Rb, Os, Rk
16.	Buhtaminska	Irtiš, Zajsan	SZ	1967	53,0	30,0	5.490	En, Pl, Os, Rb
17.	Dan Cjan Kou	Han šui	Kitajska	1962	51,6	38,5	1.000	Nm, En, Ppl
18.	Irkutska	Angara, Bajkal	SZ	1959	48,5	46,0	32.966	En, Pl, Sp, Os, Rb, Pk
19.	Serros Color.	Neuquen	Argentina	gr.	43,5	5,6	620	En, fin
20.	Tabka	Evfrat	Sirija	gr.	40,0	11,0	830	En, Nm, Os
21.	Grand Rapids	Saskatchewan	Kanada	1964	39,9	11,1	4.100	En, Nm, Os
22.	Lake Mead	Kolorado	ZDA	1936	36,7	33,5	631	En, Ppl, Nm, Os, Rk
23.	Kalabag	Ind	Pakistan	gr.	36,6	-	-	Nm, En
24.	Viljujska	Viljuj	SZ	1968	35,9	17,8	2.177	En, Nm
25.	Lake Powell	Kolorado	ZDA	1964	33,3	25,7	646	Ppl, Mn, En, Rk
26.	Volgograjska	Volga	SZ	1960	31,5	8,3	3.117	En, Pl, Mn, Os, Rb, Rk
27.	Sajanska	Jenisej	SZ	gr.	31,3	15,8	583	En, Rb
28.	Churchill	Hamilton	Kanada	gr.	31,1	28,0	6.650	En
29.	Garrison	Missouri	ZDA	1956	30,6	25,5	1.518	Ppl, Pl, En, Os, Rk, Rb
30.	Keban	Evfrat	Turčija	gr.	30,5	22,0	750	En, tJn, Ppl
31.	Iroqu	Ontarijsko j.	Kan., ZDA	1958	30,0	-	19.470	Pl, En, Os
32.	Kossy	B. Bandana	Ob. si. k.	1971	29,5	25,0	1.600	bin, En
33.	Oahe	Missouri	ZDA	1963	29,1	21,0	1.522	Ppl, Pl, En, Rk
34.	Kapčagajska	Hi	SZ	gr.	28,1	6,0	1.847	En, Nm, Rb, Rk
35.	Ribinska	Volga	SZ	1947	25,4	16,8	4.550	En, Pl, Os, Sp, Rb, Rk

Tek. šte.	Akumulacija	Reka, jezero	Država	Zgrajena leta	obseg v km ²		Površina v km ²	Vrsta izrabe
					celotni	koristni		
36.	Fort Peck	Missouri	ZDA	1937	24,8	17,3	990	Ppl, En, Pl, Os, Rb, Rk
37.	Cimljanska	Don	SZ	1957	23,7	11,5	2.636	Pl, En, Rb, Mn, Os, Rk
38.	Hantajska	Hantajka	SZ	gr.	23,5	17,3	2.120	En
39.	Arrow Lake	Kolixnbija	Kanada	gr.	23,0	14,8	-	En, Pl
40.	Nechako	Nechako	Kanada	1952	-	22,0	800	En
41.	Late Skeens	Deede Horse	Kanada	-	22,0	-	-	-
42.	Tiete	Parana	Braziliija	gr.	21,0	-	-	En, Pl
43.	Tres Marias	S.Francisco	Braziliija	1965	21,0	18,0	1.350	En, Pl
44.	Furnas	Rio Grande	Braziliija	1965	20,9	14,0	1.606	En
45.	El Chooon	Limay	Argentina	gr.	20,1	-	835	En, Os, Nn

Akumulacije, ki imajo manj kot 20 km³, a več kot 1.000 km².

46. Lake of Woods (Kanada), 47. Lake Seul (Kanada), 48. Nipigon (Kanada), 49. Red Lake (Kanada), 50. Gouin (Kanada), 51. Manuan na Manuanski reki (Kanada), 52. Okeechobe (ZDA), 53. Van Blaimstein Mser na Surinamu (Surinam), 54. Tiete oz. Ilija Solteirana Rio Negru (Urugvaj), 55. Sunda naKwilu (Zaire), 56. Kainji na Nigru (Nigerija), 57. Inari oz. Kajta Koški (Finska), 58. Kumska na Kuri (SZ), 59. Vygozerska na Vigu in jezeru (SZ), 60. Saimaa (Finska), 61. Gornjesvirskna na Sviru in Oneškem jezeru (SZ), 62. Volhovska na Volhovu in I Imenskem jezeru (SZ), 63. Šeksninska na Šeksni in Belem jezeru (SZ), 64. Gorkovska na Volgi (SZ), 65. Kahovska na Dnjepru (SZ), 66. Čeboksarska na Volgi (SZ), 67. Kujbiševska na Volgi (SZ), 68. Spodnjekamska na Kami (SZ), 69. Votkinska na Kami (SZ), 70. Kamska na Kami (SZ), 71. Novosibirska na Obu (SZ), 72. Kremenčugska na Dnjepru (SZ), 73. Roosevelt Lake na Kolumbiji (ZDA), 74. Rockland na Nechesu (ZDA), 75. Kentucky Lake na Tennesseeju (ZDA), 76. New Hogan v Kaliforniji.

VIRI: Man made Lakes (1966), Fels (1970), Avakian, Šarapov (1970), World Dams Today (1970), World Register of Dams (1964), World Dams Today (1967), Fortunatov (1978).

LEGENDA: En - energetika, Nn - namakanje, Pl - plovba, Ppl - preprečevanje poplav, Os - oskrba z vodo (industrijska, komunalna), Rb - ribolov, Sp - splavarstvo, Rk - rekreacija, gr - akumulacijo gradijo. Danes je večina teh akumulacij že zgrajenih. Tek.štev. - položaj akumulacij na karti.

Izlivni zajezenih rek in sosednjih delov morij se zato v marsičem spreminjajo: večje je razdiranje delt in rečnih ustij sploh, manjši je dotok hranilnih snovi in manjši je ulov rib. Spreminjajo se celotni ekosistemi vodnih pokrajin, ki so že no naravi močno občutljivi (mešanje sladke in slane vode).

V bodoče ni pričakovati, da bi se v Evropi, Avstraliji in ZDA število velikih akumulacij bistveno povečalo. Pač pa lahko pričakujemo, da se bo njihovo število povečalo v Sibiriji in na Daljnem Vzhodu, v južni Aziji, Kanadi in nekaterih afriških in južnoameriških deželah, kjer so za velikopotezno zajezevanje voda na voljo velike reke in jezera ter druge ugodne pokrajinske osnove.

Zato je razumljivo, da marsikje pripravljajo še večje zaježitve rek, kakor so sedanje. Tako naj bi v Braziliji z zaježitvijo dveh desnih pritokov Amazonke (Xingan, Araguaia) nastalo na vznožju Brazilskega višavja 600 km dolgo in do 400 km široko umetno jezero, ki bo imelo 600 km³ vode, kar je štirikrat več od doslej največjega. Zajezena voda se bo razlikovala na površini, enaki srednjeveliki evropski državi ali desetim Ladoškim jezerom, ki je največje v Evropi. Velike zaježitve pripravljajo tudi v Sibiriji, Kanadi in ekvatorialni Afriki, za druge dežele pa so načrti še manj jasni. Očitno pa je, da se bo velikopotezno zajezevanje rek in jezer še nadaljevalo, z njimi pa številne pokrajinske posledice, ki jih spremljajo.

POGLAVITNI VIRI:

- 1) Avakian A.B., Fortunatov M.A., Les lacs de barrage du monde, Limnologurum Conventus XVIII, Abstracts of Communications, 1971, Leningrad;
- 2) Avakian A.B., Ćarapov V.A., Jakovljeva V.B., Krupnejšie vodohranilišča mira, Trudy koordinacionnyh sovećanyj po hidrotehnike, 70, 1972, Leningrad;
- 3) Bretschneider H., Die größten Talsperren der Welt, Die Wasserwirtschaft, 60, 6, 1970;
- 4) Bykov V.D., Kisin I.M., Edelštejn K.K., Rol' vodohranilišča v transformaciji rečnega stoka, Meteorol. i gidrol., 1972, 7, Moskva;
- 5) Edelštejn K.K., Morfoloĳieskaja klassifikacija vodohranilišča, Vestnik mosk.univ., 1977, 5, Moskva;
- 6) Edelštejn K.K., Ivanova O.N., O Stabil'nosti vodnyh mass dolinnyh vodohranilišča. Kompleksnye issledovaniya vodohranilišča, 4, 1978, Moskva;
- 7) Entz B., Limnological condltions in Volta Lake, the greatest Man made Lake of Africa, Nature and resources, Bull.Internat. Hydrol.Decade, UNESCO, V, 1969;
- 8) Fels D., Stauseen als Gegenstand geographischer Forschung, Mitt.aeogr. Ges., 1964, München;
- 9) Fels E., Die Stauseen der Vereinigten Staaten von Amerika, Die Erde, 95, 1964;
- 10) Fels E., Das World Register of Dams, Paris, 1964, Die Erde, 98, 1967, Berlin;
- 10a) Fels E., Die Stauanlagen und die Geograohie, Geographica Helvetica, 4, 1965, Bern;
- 11) Fels E., Die grossen Stauseen der Erde, Zeitschr.f.Wirtschaftsneoor., XIV, 8, 1970;
- 12) Fels E., Stausee - Stiefkinder der Geographie, Geogr.Zeitschr.33, 1973;
- 13) Fortunatov M.A., Krupnjeĳie vodohranilišča mira, Kompleksnye issledovaniya vodohranilišča, 70, 1978, Moskva;

- 14) Golterman H.L., Physiological limnology an approach to the physiology of lake ecosystems, 1975, Amsterdam;
- 15) Glodek J., Zapory wodne na swiecie - zarys geocrraphisznv, Csaz.geogr., XLI, 1, 1970, Wroclaw;
- 16) Grengg H., Die grossen Stauseen der Erde, österr.Wasserwirt.27, 1975;
- 17) Hrusteleva M.A., Biogennye veščestva v vodnyh vvtjažkah iz počv vodosbora Možajskogo vodohranilišč, Kompleksnye issledovanija vodo-hranilišč, 1978, Moskva;
- 18) Kisin I.M., Semenov E.F., Koefficient vodoobmena i režim sostavljajuščih vodnoqo balansa vodohranilišč. Kompleksnye issledovanija vodohranilišč, 4, 1978, Moskva;
- 19) Lopuh P.S., Osobennosti fiziko-qeoqrafičeskih svjazej v vodoemah, 1971, Minsk;
- 20) L'voviS M.I., Mirovoj vodnyj balans i vodnye resursy zemli, 1974, Leningrad;
- 21) Man Made Lakes, Symposia of the Institute of Biology, 15, 1966, London - New York;
- 22) Mermel T.W., Progress of Dam Construction in the World, World Dams Today, The Japan Dam Association, 1960, Tokyo;
- 23) Radinja D., Zbiljsko jezero - zaježitev Save pri Medvodah, 1977, Ljubljana (tipkopis);
- 24) Schnitter N., Statistischen Übersicht über den Stand des Talsperrenbaus in der Welt, Wasser- und Energiewirtschaft, 60, 1/2, 1968;
- 25) Statistički godišnjak Jugoslavije, 1977, XXIV, Beograd;
- 26) World Dams Today, The Japan Dam Association, Tokyo, 1967;
- 27) World Register of Dams, International Commission on Large Dams, 1970, Paris;
- 28) Zajdel'man F.R., Gadžiev J.M., Rohkova L.S., Opyt modelirovanija processov vzajmodejstvija zatoplennyh počv i gruntov s vodami vodohranilišč, Kompleksnye issledovanija vodohranilišč, 1978, Moskva;
- 29) Todd D.K., The Water encyclopedia, 1970, New York.