



VODNÉ DIELO LIPTOVSKA MARA

Ing. Vladimír Chmelár

Liptovská Mara s celkovým objemom 361,9 mil. m³ je najväčšia vodná nádrž na Slovensku. Nachádza sa na najdlhšej rieke Slovenska, na Váhu, v Liptovskej kotline, medzi Západnými Tatrami, Nízkymi Tatrami, Veľkou a Malou Fatrou a Chočskými vrchmi. Podložie priehrady tvorí súvrstvie karpatského flyšu. Striedajú sa tu vrstvy ílovcov a pieskovcov. Súvrstvie je porušené zvetrávaním a tektonickými procesmi. Bezprostredne v priehradnom profile, v pravostrannom údolnom svahu, sa nachádza Vlačiansky, a cca 200 m od priehrady na návodnej strane, Veľkomarský zosuv. Obidva zosuvy sú od prípravy vodnej stavby, cez jej realizáciu a počas jej trvalej prevádzky predmetom meraní, pozorovaní a sanačných úprav. Nádrž bola vytvorená prehradením údolia Váhu heterogénnou zemnou priehradou s vnútorným šikmým hlinitým tesnením, v hornej časti zalomeným do zvislej polohy. Tesnenie priehrady je na kontakte so stabilizačnými prizmami chránené dvojvrstvovým filtrom o celkovej hrúbke 2,5 m. V základovej škáre je tesnenie napojené na injekčnú štôľňu. Z nej bola v podloží priehrady vybudovaná injekčná clona do hĺbky okolo 20 m v oblasti údolnej nivy až do cca 60 m vo svahoch údolia. Účel vodného diela spočíva vo využívaní hydroenergetického potenciálu vôd Váhu, v nadlepšovaní prietokov pod priehradou a v ochrane pred povodňami. Zabezpečujú ho funkčné objekty, a to odberné objekty, dnové výpusty a bezpečnostný priepad. Bezpečnostný priepad bol riešený ako samostatný funkčný objekt na ľavej strane nádrže. Odberné vtokové objekty k privádzačom na vodnú elektrárňu a dnové výpusty sú kumulované do združeného funkčného objektu, ktorý tvoria dve samostatné vtokové veže, spojené s korunou priehrady mostom. Veže sú umiestnené v údolnej nive, v oblasti návodnej stabilizačnej prizmy. Od uvedenia vodného diela do prevádzky možno konštatovať, že jeho prínos v odvetví energetiky je mimoriadne významný, a to nielen v rámci VE Liptovská Mara, ale aj vo väzbe na nadlepšovanie prietokov pre vodné stupne celej Vážskej kaskády. Ďalej treba oceniť aj nadlepšovanie prietokov v koryte Váhu pod priehradou. Nezastupiteľná je tiež ochrana územia pod priehradou pred povodňami. Hodnotné sú aj nepriame efekty vodného diela, medzi ktoré nesporne patrí čarovné dotvorenie prírodnej scenérie Liptovskej kotliny vodnou hladinou nádrže.

Váh - zdroj vodnej energie

Energetický systém budovaný na báze vodných tokov má viac a komplikovanejších vstupov na posudzovanie investičného zámeru, ako systémy na báze tuhého alebo jadrového paliva. Jeho rozmiestnenie je prísne viazané na vybraný vhodný tok, ktorý v ekonomických možnostiach daného obdobia má prijateľné parametre a vhodné podmienky.

V praxi to spravidla znamená, že z dosiahnuteľných zdrojov sa siahá najprv na tie, ktoré majú najlepšie ekonomické parametre, a preto sa vodný tok ako taký systematicky nezvládne, najmä keď sa na ňom vyberajú lokality, v ktorých sa pri minimálnych nákladoch a dosiahnu maximálne energetické efekty. V minulosti, keď ešte boli technické problémy s prenosom energie, bola okrem toho snaha budovať energetické zdroje v centre spotreby.

Prírodné prostredie má však svoje danosti, pričom z hľadiska vodného staviteľstva ide predovšetkým o morfológiu priehľadného miesta ako aj o základové pomery.

Preto možno niekedy dosiahnuť veľký efekt aj na vodnom toku s menšími prietokmi, ak vhodná morfológia terénu ponúka rentabilné výšky a spády. Chrbticou československej vodnej energetickej sú stavy sa stali dva naše významné toky: Vltava a Váh. Ich charakteristika vyplýva z tohto porovnania:

	Váh	Vltava
Povodie [km ²]	10 641,4	28 088
Dĺžka toku [km]	390	430
Priemerný ročný odtok v ústí [m ³ . s ⁻¹]	155,4	152,9
Celkový spád [m]	556	1 028
Priemerné odtoky [10 ⁶ m ³ . rok ⁻¹]	4 880	4 780

Zo spádu, prietokového množstva a celoročného odtoku vyplývajú energetické možnosti povodia. Je samozrejmé, že tieto dva vodné toky nevyčerpávajú naše energetické možnosti, ako o tom svedčí celý rad vodných diel vybudovaných na území nášho štátu. Napriek rozsiahlej vodohospodárskej výstavbe, najmä po oslobodení, nezostávajú staviteľia vodných diel bez výhľadov ani do budúcnosti, hoci väčšinu z daných možností sme už vyčerpali.

Keď sa pozrieme na plastickú mapu nášho štátu vidíme, že celú severnú a západnú, ako aj časť južnej hranice tvoria pohoria, pričom aj vnútro územia je členené pohoriami. Z tohto hľadiska môžeme charakterizovať naše vodohospodárske pomery takto:

1. Takmer všetky rieky vyvierajú na území nášho štátu (s výnimkami Dunaja a Tisy) a opúšťajú naše územie v nížinných častiach, kde síce majú veľké prietokové množstvá, ale minimálne spády.
2. Geomorfologické pomery tokov najmä na hornom toku sú také, že je len málo profilov, ktoré umožňujú uzavrieť veľké vodné plochy.
3. Povodia sú vodnaté, väčšinou so zrážkami vyše 800 mm, v horských oblastiach aj vyše 1000 mm ročne.
4. Zrážky nie sú rovnomerne rozdelené. Snehová a čiastočne ľadová pokrývka sa tvorí od decembra a odchádza s jarným topením sa v priebehu marca a apríla. Keď do snehovej prikrývky zasiahnu

teplé jarné dažde, vznikajú povodne.

5. V lete bývajú zrážky mierne, pričom zrážky veľkého rozsahu (prietrže) sú Ojedinelé, ale počet daždivých dní najmä v horských oblastiach je veľký.

6. Jesenné dažde sú pravidelné, majú rôznu intenzitu a rozličné trvanie a bývajú nositeľom menších jesenných povodní.

Tieto charakteristiky neplatia, samozrejme, v celom rozsahu a rovnako pre všetky toky, pre každé ich miesto a pre každý rok. V stavbárskych kruhoch sa hovorilo o 7 suchých a 7 mokrých rokoch dovtedy, kým to objektívna hydrológia nevyvrátila. Pravdou je, že v nepravidelných intervaloch môže nasledovať rad suchých alebo mokrých rokov.

Jednou zo zaujímavých charakteristík povodia Váhu je, že povodňové intenzity dosahujú v niektorých profiloch 100- až 150-násobok minimálnych prietokov, čo veľmi sťažuje prácu projektantov z hľadiska ochrany objektov počas výstavby a sťažuje aj prácu dodávateľom stavebných prác.

Pri výstavbe vodného diela Nosice bolo na všetkých pracoviskách vyvesené grafické znázornenie povodňových vln s ich časovou reláciou vzhľadom na priehradný profil Nosice. Možno povedať, že táto pomôcka viac razy dobre poslúžila.

Pomerne veľká dĺžka toku, vodnatosť, bujarosť a ničivosti povodní povýšili Váh na vlasteneckú rieku ospevovanú v piesňach, básňach a bájkach, úzko spätú s národnou existenciou. Váh sa dostal do o popredia a povedomia ako najväčšia rieka, podobne ako Tatry ako najmohutnejšie horstvo. Je to zaujímavé, pretože Dunaj, ktorý omýva naše južné hranice, nezískal takúto popularitu, hoci je niekoľkonásobne mohutnejší a s históriou Slovenska takisto úzko spätý.

S Váhom ako riekou umožňujúcou splavnenie sa už v 18. storočí zapodievali niektorí odborníci. Tak napr v polovici 18. storočia vznikol Maierov projekt Vážsko-popradského kanála, ktorý začína medzi Ružomberkom a Mikulášom a končí v Spišskej Belej. Predstava o Váhu ako dopravnej tepne má aj exaktnejšie podklady. Je celkom reálne pripojenie vážskej vodnej cesty na dunajskú, pričom jedna z úvah o splavnení Váhu po Žilinu uvažovala aj o jej prepojení na dunajsko-odersko-labský systém. V tejto súvislosti naša periodická tlač priniesla úvahy o Žiline, ako o prístave troch morí. Nezdá sa však, že tento problém bude riešiť súčasná generácia stavbárov. Zo skúseností však vieme, že časom sa realizovali i utópie, a to miere, ktorá predstihla aj fantáziu ich autorov.

Dnešná realita je taká, že po Váhu sa neplaví, ale niektoré stupne sú vybavené plťovými priepustmi na plavbu plťí a na prekonávanie výškových rozdielov hornej a dolnej hladiny pri hydrocentrále. Mladšie vodné diela majú projekčne doriešený systém lodných priepustov, keby k lodnej doprave došlo.

Pre vodohospodársky energetický systém na Považí je významným medzníkom Kaskáda Kočkovce-Ladce-Dubnica-Skalka. Niektoré prvky tohto systému ovplyvnili aj neskoršiu povojnovú výstavbu.

Napríklad:

- koncepcia vzdutia vody malou haťou s odrazením vody do kanála a využívanie spádu kanálovým systémom (hať Kočkovce, stupne Ladce-Ilava-Dubnica-Skalka),
- betónové tesnenie kanálov. Na vodnom diele Ilava sa prvý raz použil svahovací stroj Dingler,
- pracovný postup pri hĺbení kanálového systému, odvodňovanie pracoviska, uzavieranie drenáží apod.

Zachoval sa film z výstavby kanála Ladce, kde sa výkopy vo vážskych štrkoch robili prevažne ručne. Stavebné práce pri výstavbe týchto diel boli na svoju dobu také rozsiahle, že si ich jednotlivé firmy rozdelili na úseky, prípadne sa viaceré stavebné firmy spojili do spoločného podniku - konzorcia, ako to bolo pri výstavbe hydrocentrály Ilava. Stavby z tohto obdobia sa vyznačujú technickou dômyselnosťou, precíznosťou vyhotovenia a dokonalou kvalitou, hoci vtedajšie projekty boli zhruba na úrovni dnešných úvodných projektov a vykonávacie výkresy, ako aj celá príprava, sa robili v konštrukčných kanceláriách priamo na stavbe. Právo schvaľovať tieto výkresy mali štátne stavebné správy, ktoré zastupovali investora. Na oboch stranách - u investora i u dodávateľov - vyrástli tak technické kádre s veľkou rozhladenosťou a technickou erudíciou.

Už v tom čase sa na stavbách robili aj modelové vodohospodárske skúšky. Posledná stavba, ktorá mala vlastný model, bolo vodné dielo Nosice. Pre Ostatné stavby budované neskoršie sa všetky hydraulické skúšky robili na modeloch v novovytvorenom Výskumnom vodohospodárskom ústave v Bratislave.

Kanálový systém v alúviu Váhu, miestami v jeho tesnej blízkosti, bolo potrebné ochrániť pred veľkými vodami, ktoré prebiehali naďalej živelné, pretože neboli ničím hatené, intenzívnymi regulačnými úpravami. To bolo na ošoh povodia v danom úseku, pretože sa problémy riešili komplexne.

Samotný kanál bol dimenzovaný tak, aby umožňoval maximálny prietok cez turbíny 150 m³/s. Roku 1935 sa prietok 150 m³/s zaznamenal po 90 dní. Priemerné prietoky v jednotlivých mesiacoch roku 1935 boli takéto: február 152 m³/s, máj 154 m³/s, november 159 m³/s, december 129 m³/s. Dnes sa v tomto profile pracuje prakticky s prietokom 150 m³/s a voda sa akumuluje v Nosickej nádrži.

S každým dielom, ktoré pribúdalo na strednom toku, rástla potreba naakumulovať na hornom toku všetky snehové a dažďové vody na rovnomerné rozdelenie prietoku po celý rok. V tom čase - ani po znárodnení stavebníctva - neboli však ešte možnosti komplexného riešenia.

Oravská priehrada riešila iba časť existujúcich problémov.

Po znárodnení stavebníctva narastal objem investičnej výstavby na Považí tak, že bol bezprostredným podnetom na vznik národného podniku Váhostav, čo sa stalo roku 1954 rozštiepením národného podniku Hydrostav na dva samostatné podniky. Došlo aj k delbe práce, keď od Nosíc na juh preberal práce Hydrostav a na sever Váhostav. Tak sa do záujmovej sféry Váhostavu dostala aj horská časť povodia, a teda územia vhodné na veľké akumulácie vody.

S pokračujúcou výstavbou, po overení si vlastných síl a možností a po získaní projekčných, organizačných a prevádzkových skúseností, bolo každé ďalšie vodné dielo náročnejšie a bohatšie dimenzované. Začala príprava a výstavba medzi-akumulačných nádrží, aby turbíny nepracovali v čase nezaujímavom z energetického hľadiska. Vodná energia začína mať špičkový charakter. Mení sa názor aj na niektoré konštrukčné prvky. V kanálovom systéme sa plne uplatňujú poznatky z prvých vážskych kanálov, pričom sa už začína hĺbiť rigol v strede kanála strojmi a objavujú sa aj rozličné konštrukcie strojov na zarovnávanie svahov. Čoraz viac prichádza do popredia štrkopiesok a prírodný materiál vôbec ako stavebný materiál. Projekčné riešenie využíva pri ilavskej hydrocentrále prírodné pomery na prítokoch na vytvorenie menších prirodzených nádrží, trasa kanálu sa primýka v niektorých partiách k pätám pohorí, vytvárajúc jeden nepravidelný breh s bohatšou vodnou akumuláciou než v samotnom kanálovom systéme.

Prietokové množstvá v kanáli sa zvyšujú, čo je v súlade s vysokým inštalovaným výkonom na

jednotlivých stupňoch pri špičkovom nasadení.

Z niekoľkých konštrukčných oficiálnych riešení sa vyberá optimálny variant projektového riešenia, a ten sa ešte vylepšuje zlepšovacími návrhmi z radov projektantov, ktorí neraz navrhli zmeny aj samotných koncepcií.

Toto tvorivé napätie bolo veľkým technickým prínosom, pretože v súboji názorov dokumentovaných výkresmi a číslami víťazilo riešenie dobove najlepšie. Samotné projekty sa rodili s tým, že oponentácie byť prísne, veď investičných prostriedkov nebývalo v minulosti nazvyš, a o poradi, ako dopĺňovať štátny energetický systém, rozhodovali predovšetkým celospoločenské hľadiská.

Definitívne projekty, ktoré sa realizovali, boli z hľadiska dodávateľov poznačené úzkostlivým hľadaním najlacnejších riešení, čo malo odraz jednak v trasovaní, jednak konštrukciách, a tak vzniklo napätie v trojuholníku projektant - investor _ dodávateľ. Čím tvrdšie však boli podmienky, tým rýchlejšie rástli ľudia, a je isté, že diskusie a konflikty prinášali celospoločenský prospech. Tu sa trúbili názory, osvojovali nové poznatky, rástli kádre zlepšovateľov a vysoká angažovanosť budovateľov vodných diel bola celkom prirodzená.

V tomto období vyrástli stavby náročné na nové technológie výstavby zemných hrádzi v Krpeľanoch, Hričove a Meduniciach, priehradná konštrukcia Domaša a prvá balvanovitá hrádza na vodnom diele Ružín.

Počas výstavby vážskych kaskád sa uplatnili aj nové vedecké disciplíny, a to nielen v projekcii, ale aj v oblasti realizácie.

Od roku 1950 začal sa v bývalom Mechanickom skúšobnom ústave VST v Bratislave formovať základný káder pracovníkov v odbore pôdnej mechaniky, a tu vznikli aj prvé zeminárske laboratóriá. V ústave stavebných hmôt a konštrukcií sa formovala prvá skupina odborníkov pre inžiniersku geológiu a zakladanie stavieb, ktorá sa roku 1954 zlúčila s obdobnou skupinou v Slovenských zeme vrtných závodoch. Tak vznikol Ústav stavebnej geológie, ktorý prešiel rôznymi organizačnými zmenami a je dnes v podstate včlenený do inžiniersko-geologického a hydrogeologického prieskumu (IGHP).

Práce týchto ústavov, najmä vo vyhodnocovaní sondážnych a iných prieskumných prác, v aplikácii laboratórnych skúšok na technologické parametre stavby zastihli už v plnom rozsahu hornovážsku kaskádu.

Injekčné práce sa po prvý raz začali uplatňovať v podloží Oravskej priehrady, najprv na báze expertných skúsenosti, neskôršie na základe vlastných pokusov. Obligátne Cementové injektáže sa rozšírili o injektáže ílové a neskôr ilovo-chemické, najmä na vodnom diele Krpeľany. Do začatia prác na Liptovskej Mare sa v povodí Váhu vrátane Oravskej priehrady postavili tieto vodné diela:

Dielo	Rok	Agregátov	Výkon	Prietok
Liptovská Mara	1975	4	198	540/210
Bešeňova	1976	2	4,8	40
Orava	1953	2	21,8	100
Krpeľany	1957	3	24,75	210
Sučany	1958	3	38,4	210
Lipovec	1960-61	3	38,4	210
Hričov	1962-64	3	34,8	400-500
Mikšová	1963-65	3	93,6	400-500
Pov.	1963-64	3	57,9	400-500
Nosice	1957-58	3	67,5	390
Ladce	1936	2	13,8	150
Ilava	1946	2	15	150
Dubnica	1949	2	16,5	150
Skalka	1956	2	16,1	180
Kostolná	1953	2	25,5	180
Nové	1953	2	25,5	180
Homá	1954	2	25,5	180
Madunice	1960	3	43,2	300

Z tabuľky vidieť, že roky 1964-1965 boli rokmi intenzívneho dokončovania stredno-vážskych stupňov.

Začiatky Vodného diela Liptovská Mara

Po vybudovaní elektrárni na tuhé palivo začína v energetickom systéme vznikáť nová situácia. Na jednej strane nedostatkové obdobie v priebehu dňa, ktoré si vyžaduje špičkové vykrytie, na druhej strane prebytok vyrobenej energie najmä v nočných hodinách. Energetické vodné zdroje riešia tento problém, pretože akumulované vody v nádržiach možno pohotove využiť v čase manka dodavky elektrickej energie, pričom prečerpávací vodná elektráreň nielenže spotrebúva prebytočnú nočnú energiu, ale akumuluje aj ďalšie pohotovostné výkony.

Na začiatku výstavby vodného diela Liptovská Mara, aspoň v prvých fázach, prečerpávacie aspekty, ktoré projektant uvažoval, nenašli pri schvaľovaní investície priestor.

Na pochopenie objemových problémov Liptovskej Mary treba náčrtovať do histórie. Ako sme už uviedli, vhodných profilov, ktoré by umožnili vysokú akumuláciu, nebýva na tokoch veľa. Napriek tomu však každá úvaha o veľkej nádrži má svoje špecifiká. Objektívne problémy na rieku si nevyhnutne žiadajú zvládnuť celé povodie, a to jedným z dvoch riešení:

- a) jednou veľkou nádržou na hlavnom toku alebo
- b) radom menších nádrží na prítokoch.

Tým sa sleduje celoročné regulovanie odtoku aby sa zamedzilo stratám energie a povodniám ďalej aby sa zo zvyšovaným priemerným prietokom zabezpečila čistota vody a získali možnosti na zavlažovanie. Pri vodných stavbách pred Liptovskou Marou prevládal aspekt energetický. Tento aspekt zostal v myslení aj pri tomto diele.

Ako to bolo konkrétne s veľkou vodnou nádržou na hornom Váhu?

Ako sme už uviedli, riešenie energetického využitia Váhu prešlo v celej trase na systém hati a kanálov, teda nie vysoká hrádza a jednorázové využitie spádu ani nie nízke riečne stupne S väčšou akumuláciou vody. Isteže, do značnej miery sa tu uplatnili požiadavky ekonomické, ale rozhodujúce bolo huste osídlenie Považia s pomerne rozvinutým priemyslom a dopravou. Trasy kanálov bolo možné viesť zväčša vážskymi síňami, teda bez podstatných zásahov do pôdneho fondu.

Na umiestenie vysokej hrádze treba nájsť vhodné geomorfologické miesto s vyhovujúcimi geologickými podmienkami. Také miesta na Váhu boli v podstate dve: Strečnianska úžina a terajší profil vodného diela Liptovská Mara.

Strečnianska úžina má najlepšie geologické podmienky - úzke údolie so strmými svahmi po vodnej priereve. Nádrž by tu pohltila celý prierez až po Sučany a podstatnú časť Turca, narušil by sa celý dopravný systém, pochovala Vrútky, Martin a rad menších obcí. Strečnianska nádrž bola teda Teoretickou možnosťou.

Ak teda túto technicky síce možnú a ale eticky nevýhodnú možnosť zanedbáme, zostáva iba profil pri Liptovskej Mare.

V obciach v priestore dnešnej vodnej nádrže platil viac rokov stavebný uzáver, čo zapríčiňovalo nervozitu obyvateľov. Čím dlhšie trvali nejasnosti oko tohto veľkého investičného zámeru, tým viac hlasov sa ozývalo proti nemu. Je to úplne pochopiteľné: pretože ako jednotlivci, tak aj rodiny, ale aj organizácie v období rozvíjajúceho sa socializmu kládli si náročné osobné i spoločenské ciele, a ako vieme, tieto ciele bývajú veľmi často späté so zámermi investovať na zlepšenie bytových a

sociálnych podmienok.

Nielen jednotlivci, ale aj niektorá inštitúcie sa nevedeli vysporiadať s myšlienkou veľkej vodnej nádrže v kultúrnom prostredí Liptova.

Orgány ľudovej správy i pracovníci rozličných organizácií mali rozdielne názory na výstavbu nádrže na Liptove. Zostali v pamäti námietky hygienika: hovorilo sa o zmene klímy, o dôsledku na život ktorých sa tieto premeny dotýkajú a pod. Až keď sa zámer, postaviť veľkú vodnú nádrž, vykryštalizoval a rôznymi vládnymi uzneseniami potvrdil, predsa len prekonávanie týchto námietok vyžiadalo si veľa energie, a pre spravodlivosť treba povedať, že nie každý protiargument bol nereálny.

Dnes, keď sme už za výstavbou, nie je už možné dokumentovať, koľko drobnej presvedčovacej práce bolo treba vynaložiť, aby sa atmosféra okolo vodného diela vyčistila. Ako každá dobrá vec, aj priehrada sa stala skutočnosťou, ktorá nenarúša, ale naopak, dopĺňa životné prostredie všetkých ľudí žijúcich na jej brehoch a v jej okolí. To však je už iná kapitola.

Liptovská Mara v svetle vládných dokumentov

V uznesení vlády ČSSR č. 669 je schválenie investičnej úlohy vodného diela Liptovská Mara s vodnou nádržou 360 mil. m³, so zabezpečením jednak priemerného prietoku pod priehradou 24,4 m³/s a jednak so znížením storočnej veľkej vody z 550 m³/s na 240 m³/s. Uvažovalo sa s elektrárnou 103 MW a s vyrovnávacou nádržou 7,6 mil. m³ s inštalovanou priebežnou elektrárnou výkonu asi 4,5 MW. Predpokladal sa celkový investičný vklad 1030 mil. Kčs.

Uznesenie vlády uložilo ďalej využiť humus zo zátopovej oblasti na zúrodnenie pôdy štátnych majetkov a jednotných roľníckych družstiev, sústrediť náhradnú bytovú výstavbu v súlade so zásadami pre výstavbu socialistickej dediny a riešiť náhradné byty pre obyvateľov zátopovej oblasti.

Uznesenie vlády ČSSR zo dňa 27.5.1964 č. 288 súhlasilo so zahájením stavebnej prípravy územia pre výstavbu vodného diela Liptovská Mara v roku 1965. V tomto uznesení sa riešia aj otázky výkupu nemovitostí, presídlenia a využitia vody na závlahy.

Medzitým, roku 1963, bol schválený úvodný projekt vodného diela v rozsahu uznesenia vlády ČSSR z roku 1961. V uznesení vlády SSR č. 386 z 29. 12. 1969 k správe o výstavbe vodného diela Liptovská Mara sa berie na vedomie, že do 1. júla 1969 sa na vodnom diele prestavalo 301,7 mil. Kčs, pričom súčasne s výstavbou pokračuje vysídľovanie obyvateľstva.

Vzhľadom na potreby národného hospodárstva a na efektívnosť ukladá toto uznesenie dokončovanie diela maximálne urýchliť tak, aby prvý agregát bol uvedený do skúšobnej prevádzky v októbri 1975 a štvrtý v júli 1976.

Berie sa na vedomie, že energetická bilancia SSR vyžaduje, aby inštalovaný výkon vodného diela Liptovská Mara sa zvýšil z pôvodných 100 MW na 200 MW.

Nová cenová hladina roku 1969 s prihliadnutím na zmeny v inštalovanom výkone, teda aj v objemoch stavebných a technologických dodávok, vyžiadala si upraviť rozpočet Liptovskej Mary na 2 222 674 tis. Kčs.

Uznesenie Predsedníctva vlády ČSSR zo dňa 12. 12. 1972 č. 379 O skrátení výstavby vodného diela Liptovská Mara ukladá vypracovať záväzný režim, aby bola možná montáž agregátov v priebehu roka 1975. Toto uznesenie ukladá zabezpečiť dodávku strojov, dodávku a montáž technologického zariadenia, preloženie železnice, výstavbu transformovne 400/110 kV a súhlasí so mzdovou preferenciou.

Uznesenie vlády SSR zo dňa 10. 1. 1973 č. 4. určuje termíny stavebnej pripravenosti pre montáž agregátov takto: K2 do 15. 5. 1974, R2 do 15.7.1974, K1 do 15.10.1974 a R1 do 15. 12. 1974, preložky železnice do prevádzky určuje 31. 3. 1973, prevedenie vody cez tunely dnových výpustov do 30. 4. 1973 a úplné nasýpanie hrádze do 30. 6. 1975.

Napokon vládne uznesenie SSR zo dňa 28. 9. 1977 č. 333 rieši rozpočtové náklady niektorých prác, ktoré neboli ukončené do uvedenia vodného diela Liptovská Mara do trvalej prevádzky.

Vymenovaním vládných uznesení a ich náplne chceme dokumentovať, že aj v priebehu výstavby akumulačnej nádrže na Váhu, keď sa ukázala jej veľká potreba, menili sa priebežne Objemy prác a termíny ich ukončenia.

Na zabezpečenie výstavby vodného diela bolo potrebné presídliť 13 obcí (Vrbie, Sokolče, Palúdzu, Dechtáre, Čemice, Bobrovník, Ráztoky, Parížovce, Liptovskú Maru, Liptovskú Sielnicu, osady Sestrč, Nežitovce a Nižný Zádiel), 732 rodinných domov, 826 rodín (asi 4000 obyvateľov), 94 verejných budov, 49 štátnych domov a 10 prevádzkových budov Jednoty.

Výkupná hodnota súkromných nemovitostí uhradená orgánmi investora v rokoch 1962 až 1967 bola 67 miliónov Kčs.

Pokiaľ ide o stratu ornej pôdy na hornom Liptove, treba uviesť, že sa zbral humus približne z 1550 ha v množstve 480 000 m³, ktorý sa použil na vylepšenie pôdneho fondu rekultiváciou existujúcich pozemkov v 14 Liptovských lokalitách. V chotároch obcí Čemice, Parížovce a Bešeňová sa vyťažilo 150 000 m³ rašeliny, ktorú odkúpili Rašelinové závody. Okrem toho, že humus spod vodnej nádrže umožnil dosahovať vyššie úrody na Liptove, je tu ešte veľký efekt zo závlah na 110000 ha na južnom Slovensku, ktoré umožňuje zvýšený prietok vo Váhu. Je to teda jeden z najzaujímavejších faktov, realizovateľný len v podmienkach socialistickej spoločnosti, že stratené výnosy na hornom povodí rieky sa vrátia zvýšenými výnosmi v najkvalitnejších pôdach južných obilninárskych tabúl intenzívnym zavlažovaním.

Ak to vidíme v týchto súvislostiach, môžeme povedať, že sa nič nestratilo, ale naopak, veľa sa získalo. Rezort energetiky získal v definitívnej inštalácii (198 + 4,8 MW) ročne 291 GWh. Na vážskych stupňoch sa zvýši výroba o 29 GWh a z nezabezpečenej do zabezpečenej výroby sa prenáša ročne 272 GWh.

To je ďalší spoločensky významný prínos Liptovskej Mary. Už Nosická priehrada reguluje prietoky tým, že pri prietokoch nižšie 120 m³ . rok“ sa voda v noci v Nosickej nádrži akumuluje. Nádrž pracuje akumulačne aj z týždenného hľadiska -- menšie potreby energie cez sobotu a nedeľu umožňujú akumulovať vodu v nádrži. Oravská priehrada zabezpečuje trvalý minimálny odtok 80 m³ . rok“ a pomáha zúžitkovať 1513 mil. m³ vody, čo sa na kaskáde prejaví vo výrobe asi 300 MW elektrickej energie. Pri tom všetkom strata energie z nespotrebovanej vody za roky 1966 až 1977 sa odhaduje hodnotou asi 1 miliardy KWh.

Podľa doterajších skúseností z energetického dispečingu v Trenčíne prejavil sa vplyv Liptovskej Mary aj pri neúplnej prevádzke v Ladcoch zo 100 m³ . rok“ na 105 m³ . rok“ a očakáva sa zvýšenie prietoku na 120 m³ . rok“.

Zlepšenie prietokov v profile Liptovskej Mary z 5,6 m³ . rok“ bude mať výrazný vplyv na čistotu vody v rieke. Spoločne s vybudovanou čistiacou stanicou v Liptovskom Mikuláši a čistiacou stanicou v Ružomberku vráti biologické možnosti pre život v rieke na mŕtvom. úseku Ružomberok-Kraľovany.

Toho času sú vo výstavbe nové kapacity Chemicelulózy v Žiline, rozširujú sa Chemické závody v Žiline, do výstavby ide papierenský kombinát v Ružomberku, rozšírenie Sloveny v Žiline a celý rad priemyselných podnikov na strednom a dolnom toku – všetko investícia s veľkými nárokmi na vodu. Plánovite sa pripravuje rekreačné využitie. Ani jeden z rezortov, ktorých sa prínosy týkali, nemal, žiaľ, jednoznačné stanovisko.

Napokon sa s výstavbou vodného diela, vďaka koncepcnej múdrosti a vládny uzneseniam, predsa začalo. Bolo to koncom roku 1964.

Geologické podmienky miesta priehrady

Charakteristiku povodia a rieky Váhu sme si ozrejmili v predchádzajúcej časti. V samotnom mieste priehrady sú takéto hydrologické pomery:

plocha povodia po priehradný profil:	1 493 km ²
absolútne prietokové minimum:	5,6 m ³ /s
priemerný prietok podľa meraní z roku 1922 až 1951:	28,4 m ³ /s
priemerný ročný odtok	895 000 000 m ³
jednoročná povodeň:	170 m ³ /s
storočná povodeň:	550 m ³ /s
tisícročná povodeň:	730 m ³ /s

Pomer storočnej vody k absolútnemu minimu je približne 100 : 1.

Pomerne široké údolie Váhu v priehradnom profile je na severnej strane ohraničené Liptovskými Tatrami s paleogénom vo flyšovom vývoji a na južnej strane Nízkymi Tatrami z druhohorných vápencov. Na konci vzdutia odbočuje z diaľnice cesta do Demänovských jaskýň Slobody a na Chopok.

Vápencové útvary južného ohraničenia neovplyvnili vodné dielo, pretože priehľadné jazero je na južnej strane zaviazané do starých terás, morfológicky dosť nevýrazne vyvinutých. Veľkosť priehľadného jazera nezávisela natoľko od geologických a geomorfologických podmienok, ako od obmedzenia vyplývajúceho z veľkej sídliskovej aglomerácie na západnej strane Liptovského Mikuláša.

Pre úplnosť aspoň v krátkosti opíšeme najmarkantnejšie črty geologických podmienok.

Pokryvné kvartérne útvary sú prevažne fluvialného pôvodu, v menšej miere sú sedimenty diluviálne, aluviálne, prípadne eolitické. Alúvium rieky tvoria lavice 2,5 až 9 m hrubé, kde pod povrchovou hlinou sú štrkopieskové nánosy, ktoré najmä smerom k základom nadobúdajú rozmery obliakov až do 15 cm. Základy terás majú obliaky veľkosti až 60 cm. Náplavy sú značne zahlinené. Ich petrografické zloženie je veľmi pestré a svojím charakterom zodpovedá geologickému zloženiu povodia. Prevládajú žuly, v menšej miere kremence a žilné kremene, zo sedimentárnych hornín vápence, dolomity a pieskovce. Keďže ide o horný tok rieky, štrkopiesky sú málo piesčité. Na ľavej strane priehradového profilu sú terasovité stupne, a to vo výške 20 až 25 a 40 až 45 m nad úrovňou Váhu. Tieto terasovité stupne sú morfológicky málo výrazné, pretože sú pokryté hlinitou pokrývkou, ktorá vyrovnáva ľavý svah do mierneho stúpania v sklone zhruba 1 : 8. Hlinitý charakter kvartéru je litologicky veľmi pestrý - sú tu ílovité hliny, prípadne piesčité hliny, produkty vetrania paleogénu, ale aj premiestnené spraše. Pestrá paleta hĺn má poväčšine jedného spoločného menovateľa: všetky hliny sú pre nedostatočný obsah piesčitých a hrubších častíc veľmi rozmokavé. Pri vysokých ročných zrážkach, rozdelených aj na krátkodobé dažde, sú v celom priestore vodného diela podobné pomery, aké boli pri výstavbe mikšovského kanála: aj pomerne malé zrážky narušia hliny na povrchu, takže sa stanú mazľavé, pre vozidlá nezjazdné. Ďalšou nevýhodou týchto hĺn je, že s pribúdaním vodného obsahu sa sťažuje ich spracovanie. Z tohto hľadiska ani paleogén nedáva dobré podmienky pre vlastnú výstavbu.

V celom profile sa pieskovce a bridlice pomerne monotónne striedajú, pričom hrúbka jednotlivých lavíc je od 1 do 5 m. Podiel pieskovcov a bridlic je v podstatnej časti profilu približne rovnaký. Miestami sú bridlice v prevahe a iba v pravobrežnom zaviazaní sú pieskovcové lavice hrubé až 2 m

a bridlice tvoria len vložky hrubé niekoľko centimetrov. Vrstvy majú pomerne dobrý sklon proti vode, a to 24 až 30° k severovýchodu. Paleogénne podložie bolo porušené nielen vetraním, ale aj tektonickými procesmi, ktoré pochopiteľne, väčšmi zasiahli pieskovcové vrstvy, než bridlice.

Vrstvy sú porušené puklinami, ktorých sklon je strmý, 65 až 85°. Pukliny na povrchu a v blízkosti svahov sú široké až 10 cm, hlbšie vo svahu len niekoľko milimetrov. Pukliny nie sú otvorené, ale majú hlinité, prípadne ílovité výplň.

Horniny skalného podložia sú vetraním viac porušené vo svahoch a pod terasami, než pod aluviálnymi náplavami. Prejavuje sa to najmä v zóne intenzívneho zvetrania, ktoré pod aluviálnymi náplavami nepresahuje 60 cm, kým napr. v ľavobrežnom zaviazaní dosahuje až 5 m. Zvetranie možno pozorovať v horninách v tzv. druhej zóne do hĺbky asi 15 m; v tejto zóne sú pomery približne rovnaké.

Opísané geologické pomery majú, prirodzene, vplyv aj na prúdenie podzemných vôd. Vody v aluviálnej nive korešpondujú jednak so stavom vody vo Váhu, jednak s veľkými zrážkami. Rýchlosť prúdenia je daná hodnotami:

- na pravom brehu $k = 2,4 - 2,6 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
- na ľavom brehu $k = 1,54 - 3,76 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

Takúto veľkú priepustnosť umožňujú predovšetkým hrubozrnné štrky, keď jemné častice sú zahlinené. Pomery v paleogéne závisia predovšetkým od prúdenia vody v puklinách. Striedanie sa priepustných a nepriepustných vrstiev a tektonické poruchy, ako aj pomerne veľká hrúbka zvetrania, dokresľujú zložitost' režimu podzemných vôd v paleogéne.

Pri chemickom skúmaní sa v odobratých vzoriek podzemných vôd nezistili ani agresívny kyslíčnik uhličitý, ani sírovodíky. V niektorých sondách sa však zistilo závažné množstvo síranov.

Z geologického hľadiska je zaujímavé najmä pravé zaviazanie, kde priehradný profil nadväzuje na rozsiahle upokojené zväzlivé územie. Táto skutočnosť, najmä na začiatku geologického prieskumu, viedla k snahe obísť zosuvy; v jednom štádiu sa uvažovalo aj o splavení zosuvov. Napokon sa pravostranné zaviazanie vyriešilo tak, že sa hrádza priehrady vkladila do relatívne neporušenej partie údolia medzi veľký liptovsko-marský zosuv a menší, ale nebezpečnejší zosuv nad Vlaškami na vzdušnej strane priehrady. Podľa pôvodnej úvahy pri pravom zaviazaní mali byť gravitačné betónové bloky, na ktoré mali nadväzovať funkčné objekty. Pri takomto riešení zostáva jediným hlbokým, a teda ohrozujúcim objektom injekčná Štôlna, kým vlastná konštrukcia sypanej hrádze pôsobí ako zaťažujúca depónia.

Zemné práce a klimatické podmienky

Na celom vodnom diele bolo potrebné podľa vykonávacích projektov vykonať takýto objem zemných prác:

- očistenie povrchu územia: 133 000 m³
- výkony a odkopy: 9 805 000 m³
- násypy a zásypy: 7 715 000 m³

z toho:

- tesniace hliny: 473 000 m³
- zahumusovanie: 200 000 m³
- dlažby: 245 000 m³

Objem zemných prác sa v priebehu výstavby zvýšil O stabilizačné prísypy zosuvných oblastí, odstraňovanie a nahrádzanie nevhodných zemín, O ťažbu 5 mil. m³ štrkopieskov zo zátopnej oblasti na deponie a pod.

Pokúsili sme sa spočítať objem zemných prác na všetkých vodných dielach na Váhu a dostali sme približnú hodnotu 100 mil. m³. Liptovská Mara so zhruba 15 mil. m³ premiestnenej zeminy a štrkopieskov má teda veľký podiel na inžinierskych premenách povodia Váhu.

Klimatické podmienky v mieste nádrže možno charakterizovať takto: rozkyn teplôt v roku je od -37 °C až +35 °C, čo je ovplyvnené nadmorskou výškou vyše 500m n. m. a pomerne vysokými ohraničujúcimi horstvami na severe i juhu.

Za zimné mesiace treba podľa skúsenosti rátať obdobie od konca novembra do začiatku marca, kedy teploty klesajú pod 0°C, teda prakticky štyri a pol mesiaca, pričom snehová pokrývka - podľa údajov zo stavby - sa udržiava od polovice novembra do konca marca. Priemerné ročné zrážky sa udávajú v rozmedzí 700 až 800 mm ročne, pričom zrážkových dní s množstvom zrážok 0,1 mm a viac je v priemere 136,8 dní, 1,0 mm a viac 113,2 dní, 10,0 mm a viac 18,8 dní. Tieto údaje sú vzhľadom na zvolenú konštrukciu hrádze veľmi dôležité, pretože už v prípravnom štádiu stavby bolo možno uvažovať s 205 sypacími dňami pre štrky a iba s 96 dňami pre hliny.

Na stavbe sa viedli veľmi presné údaje o poveternostných podmienkach v priebehu stavby. Ako sa ukázalo neskôr, bolo to veľmi potrebné aj pre niektoré rekonštrukcie, najmä však na získanie objektívnych hodnôt pre posudzovanie sústavne sporných otázok pri navrhovaní zemných hrádzi, kde sypanie tesniacej ílovej vrstvy je limitujúcim faktorom pre sypanie celej hrádze. Prehľad zrážok v rokoch 1966 až 1971 uvádzame v tabuľke. Merania sú zo stanice Liptovská Teplá podľa údajov hydrometeorologického ústavu v Bratislave.

Denné úhrny zrážok za roky 1966 až 1971 zo stanice Liptovská Teplá. (Údaje poskytol Meteorologický ústav Bratislava-Koliba).

	Zrážkové dni	Spolu [mm]
1966	153	814,8
- január	13	23,7
- február	12	96,7
- marec	13	19,6
- apríl	10	46,8

- máj	14	101,6
- jún	12	117,3
- júl	18	130,5
- august	13	113,0
- september	4	19,0
- október	7	46,6
- november	16	48,6
- december	21	51,4

1967	143	656,0
------	-----	-------

- január	19	54,0
- február	14	40,8
- marec	19	54,7
- apríl	11	41,1
- máj	12	46,9
- jún	12	94,4
- júl	6	23,6
- august	9	75,9
- september	8	56,9
- október	9	52,6
- november	8	27,5
- december	16	39,6

1968	103	502,0
------	-----	-------

- január 12 619
- február 6 123
- marec 12 37 3
- apríl 9 35,3
- máj 10 47,0
- jún 8 62,9
- júl 16 87,0
- august 11 68.8
- september 11 56,8
- október 8 33,6
- november
- december

1969	140	574,4
------	-----	-------

- január 8 24,0
- február 12 43.1
- marec 13 26,7
- apríl 10 23,6
- máj 10 67.2
- jún 18 58,2
- júl 11 78,8
- august 19 113,6
- september 7 9,5
- október 10 36.8
- november 19 59.4
- december 13 34,3

1970	163	842.6
------	-----	-------

- január	9	24,1
- február	17	67,4
- marec	11	23,0
- apríl	16	56,3
- máj	12	53,9
- jún	12	58,3
- júl	17	188,4
- august	16	133,7
- september	10	40,9
- október	11	66,2
- november	16	80,1
- december	16	50,3

1971	128	520,3
- január	6	19,1
- február	12	20,7
- marec	8	23,6
- apríl	13	50,6
- máj	13	46,7
- jún	19	85,8
- júl	9	71,9
- august	11	80,1
- september	9	24,9
- október	6	17,8
- november	11	40,3
- december	11	38,8

Ako vidno, pracovníci dodávateľa stavebných prac sa veľmi starostlivo pripravovali už v štádiu prípravných prác na stavbu vlastného vodného diela. V podstate išlo o overenie si klimatických podmienok a technických vlastností prírodných materiálov v porovnaní s projektovými hodnotami.

Základová pomery si v tejto dobe ešte overovať prakticky nemohli.

Hlavné objekty vodného diela

Priehrada Liptovská Mara

Priehrada Liptovská Mara je na pravom brehu Váhu medzi obcami Vlačky a Liptovská Mara zaviazaná do svahu medzi dvoma zosuvnými oblasťami. Na ľavom brehu je situovaná nad obcou Vlachy. Údolie Váhu je tu prehradené nehomogénnou zemnou hrádzou s hlinitým tesnením na návodnej strane. Tesnenie je proti vyplavovaniu obojstranne chránené dvojvrstvovým filtrom a opiera sa o injekčnú chodbu zapustenú do horných vrstiev paleogénu. Tesniaci účinok je pod dnom údolia predĺžený injekčnou clonou.

Nosná časť hrádze a krycia časť hlinitého tesnenia je zo štrkovitých materiálov, ťažených z materiálových jám v zátopovom území. Návodný svah s premenným sklonom (priemer 1 :2,75) je chránený nahádzkou z lomového kameňa, vzdušný svah je zahumusovaný. Po korune hrádze, ktorá je 7 m široká, vedie cesta.

Priehrada Liptovská Mara je v korune dlhá 1225 m a jej koruna je vo výške 568 m n. m. Katastrofálna hladina je o 1,9 m nižšie, t. j. 566,10 m n. m., maximálna úžitková hladina na kote 565,30 m n. m. a minimálna úžitková hladina na kóte 540,00 m n. m. Koruna hrádze je 45 m nad dnom Váhu.

Celkový obsah nádrže Liptovská Mara	360 mil. m ³
- minimálna prevádzková hladina	25 mil. m ³
- úžitkový priestor	320,5 mil. m ³
- retenčný priestor	14,5 mil. m ³
- rozkyv úžitkových hladín	25,3 m
- zatopená plocha	2160 ha

Retenčný priestor zachyti 100-ročnú povodňovú vlnu a sploští jej špičku z 550 m³/s na 240 m³/s.

Vodná elektrárň Liptovská Mara

Vodná elektrárň Liptovská Mara je umiestená na vzdušnej strane priehrady a je s odbernými objektami - vežami spojená oceľovými obetónovanými tlakovými potrubiami priemeru 6700 mm. Aby nebolo treba pred turbínami budovať vyrovnávacie komory, musia byť potrubia čo najkratšie, a preto sú vtokové veže aj elektrárň čiastočne zasunuté do telesa hrádze.

Vodná elektrárň má 4 turbíny, a to 2 Kaplanové a 2 reverzibilné, umiestené striedavo v štyroch blokoch strojovne. Vpravo od privádzačov a vodnej elektrárne pod hrádzou vedie dvojica tunelov základových výpustov, ktorými sa previedla voda Váhu počas výstavby priehrady.

Osi turbín reverzibilných agregátov sú o 6,2 m hlbšie vzhľadom na čerpadlovú prevádzku, a to na kóte 508,80, kým osi Kaplanových turbín sú na kóte 515,00. Primerane k týmto kótam sú hlbšie aj základy blokov reverzibilných agregátov. Dĺžka strojovne vrátane montážneho bloku je 124,3 m.

Prívodné potrubia sú na oceľové špirály napojené v komore dilatačných vložiek. Prívod vody sa uzatvára rýchlo-uzávermi v odberných vežiach. Vlastná hala strojovne je po žeriavovú dráhu mostného žeriavu 2×125t železobetónová, monolitická: zastrešenie nad žeriavovou dráhou tvorí oceľová konštrukcia.

V suterénnych priestoroch blokov elektrárne a montážneho bloku je umiestené olejové hospodárstvo, strojovňa, vykurovanie, akumulačná batéria, sklady a iné pomocné zariadenia a priestory. Príľahlá budova ktorá má dvoch užívateľov (energetického a vodohospodárskeho), je umiestená na ľavej strane vodnej elektrárne.

Hltnosť každej z inštalovaných 2 Kaplanových a 2 reverzibilných turbín je $140 \text{ m}^3/\text{s}$ a celkový inštalovaný výkon elektrárne je 198 MW. Priemerná ročná výroba bude 269 GWh, z čoho prečerpávaním sa získa 191 GWh.

Vtokové objekty

Vtokové veže sú tri, a to dve odberné a jedna pre základové výpusty. Veža základových výpustkov sa budovala spolu s pravou vtokovou vežou, od ktorej je oddelená dilatačnou škárou. Koruna veží je na kóte 568.0 m n. m.; na tejto kóte sú veže premostené. Po dokončení hrádze sa veže spojili oceľovým mostom s korunou hrádze. Založenie veží, ako to vyplýva z ich funkcie je na rozdielnej úrovni. Veža dnových výpustov je založená na kóte 511,0 m a vtokové veže na kóte 515,0 m. Z toho vychádza výška veží 57 m, resp. 53 m. Pod vežou základových výpustov je prečerpávacia stanica presiaknutých vôd. Dole sú veže spojené injekčnou chodbou; s hydrocentrálou sú spojené spojovacími a káblowymi chodbami. Vo vežiach je umiestený jeden osobný a nákladný vyťah a na korune je hradidlový žeriav 20t.

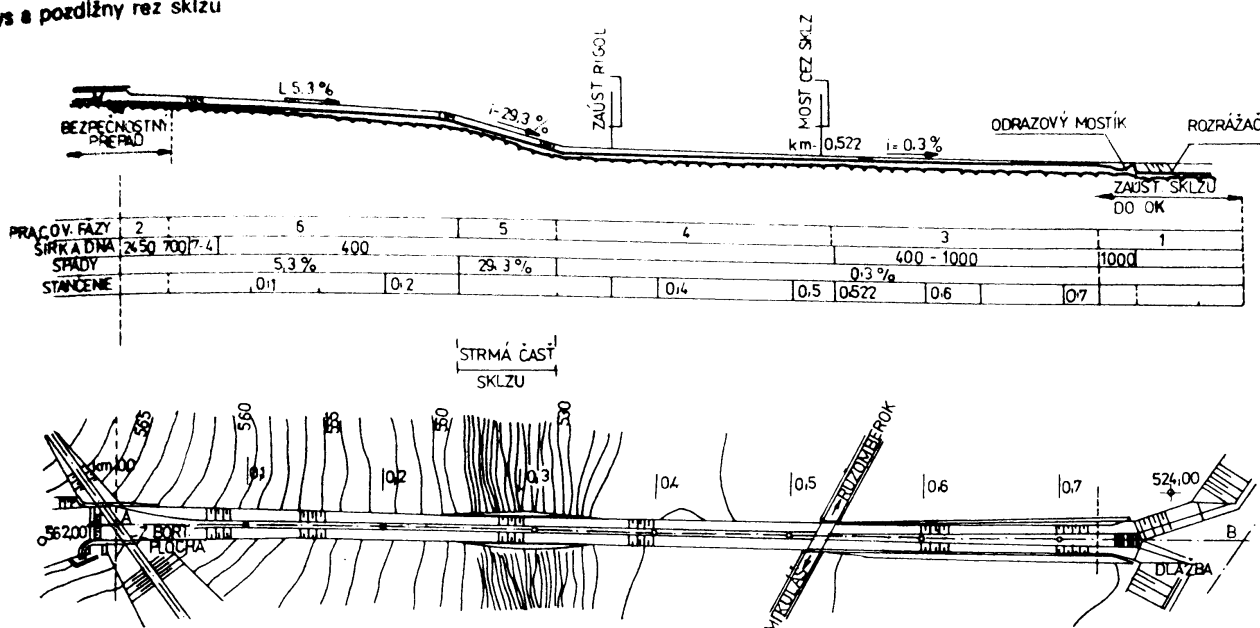
Odberné potrubie priemeru 6700 mm je oceľové obetonované. Pre obťažnosti statického riešenia sa použila fotoelasticimetrická metóda na zistenie napätí. Prívodné potrubia celkovej dĺžky 135 m sú rozdelené dilatáciami na 6 blokov. Vždy jedna dvojica privádzačov je zabetónovaná v jednom bloku.

Vpravo od privádzačov je umiestnená dvojica tunelov dnových výpustov $5 \times 7 \text{ m}$, ktoré počas stavby mohli previesť 100-ročnú vodu Váhu. V konečnom riešení sa dnové výpusty upravili tak, že sa vtok ľavého tunela uzavrel škrtiacou membránou a do pravého sa namontovalo oceľové potrubie priemeru 2900 mm, ukončené rozstrekovacím ventilom. To umožňuje úplné vypustenie nádrže.

Bezpečnostný prepád a sklz

Bezpečnostný prepád a sklz sú dimenzované na prevedenie sploštenej povodňovej vlny $Q = 240 \text{ m}^3/\text{s}$ cez teleso hrádze za povodne pri maximálnej prevádzkovej hladine. Tento objekt sa využije len vtedy, keď dnové výpusty (rozstrekovacie ventily) a turbíny nebudú úplne alebo čiastočne schopné prevádzky.

rys a pozdĺžny rez sklzu



Objekt sa skladá z troch častí:

a) Bezpečnostný prepad je umiestnený v ľavej časti telesa zemnej hrádze nad injekčnou chodbou. Voda steká do sklzu cez dva vtoky prehradené segmentmi. Šírka vtokov je 2×11 m, prah segmentov je na kóte 562,5 m n. m. V strednom pilieri bezpečnostného prepadu je strojovňa segmentov a v krajných poliach sú hydraulické zdvíhadlá. Opevnenia pred bezpečnostným prepadom, ako aj tvar vtokových krídiel a oporných múrov so segmentmi sú riešené na základe výsledkov modelového výskumu vo Výskumnom ústave vodohospodárskom v Bratislave. Prechod medzi bezpečnostným prepadom a vlastným sklzom je v mieste, kde sklon nerozvinuteľnej plochy svahu sklzu je 1 : 1,5. Na obmedzenie rušivého účinku kríživých vln je za stredným pilierom umiestnený trojuholníkový rozrážač. Ponad bezpečnostný prepad vedie cesta na korune hrádze po prefabrikovanom moste zaťažovacej triedy A.

b) Sklz so strmou časťou a premostením vedie v ľavom svahu údolia do Odpadného kanála na úrovni paleogénu v dĺžke cca 700 m. Jednotlivé úseky sklzu majú pozdĺžne spády 5,3%, 29,3 % a 0,3 %, pričom v strmej časti (29,3 %) dosahuje voda rýchlosť až 20 m/s. Šírka dna koryta sklzu je 4 m, sklon svahov 1 : 2, dĺžka svahov 6 - 7 m, na tesnenie sa použila dilatačná guma B-20. Pod dnom a svahmi sklzu na súdržných zeminách, príp. na zahlinených štrkoch je štrkový vankúš. Dno sklzu má minimálny priečny spád s rigolom na ľavej strane, ktorý odvedie vodu presakujúcu segmentmi prepadu.

Strmá časť je zapustená do skalného podložia a v spodnej čati je zabezpečená oporou. V km 0,550 staničenia sklzu je prefabrikovaný most príjazdnej cesty k vodnej elektrárni (terajšia cesta Č. 18).

c) V zaústení sklzu do odpadného kanála je odrazový mostík, ktorý stlmí rýchlosť vodného prúdu pred zaústením (12 m/s). Za Odrazovým mostíkom vystúpi voda až do výšky 14 m a dopadá na tri rozrážače vývarovej dosky hrubej 2 m, ktorá je situovaná v koryte odpadného kanála. Odrazový mostík je založený v skale; jeho bočné šikmé plochy sú vyhotovené ako železobetónové dosky uložené na priečných betonových múroch. Samotné dno sklzu sa v časti pred zaústením odpadného kanála rozširuje postupne až na 10m pred odrazovým mostíkom. Steny sklzu pred zaústením sú mierne zošúverene. Do odpadného kanála je zaústený sklz v km 0,561, pričom začiatok staničenia odpadného kanála je v osi hrádze.

Prekážkami výstavby v miestach, kde sa budovali objekty hydrouzla Liptovská Mara, boli zľava doprava: štátna cesta č. 18, Váh, dvojkoľajná elektrifikovaná železnica, Štátna cesta č. 4206 a dve 22 kW vedenia. Prehodnotenie inštalovaného výkonu vodného diela V roku 1969 na 200 MW si vyžiadalo upraviť úvodný projekt. Zmeny sa dotkli najmä vodnej elektrárne, vtokových veží, prívodov (bolo ich treba zdvojiť) a odpadného kanála (prehĺbenie). Vyriešil ich doplnok úvodného projektu, spracovaný Hydroconsultom vo veľmi krátkom čase. Okrem toho bolo potrebné zmeniť polohu už otvorenej jamy hydrocentrály a prepracovať niektoré rozpracované vykonávacie projekty.

Aby sa práce mohli rozbehnúť aj na zemnej hrádzi Liptovská Mara už v prvej fáze výstavby (do preloženia železnice), bolo potrebné čo najskôr vylúčiť premávku na ceste č. 18 v úseku hrádze. To sa riešilo jednak obchádzkou Vluchy/Sokolče v roku 1969 a jednak preložením celého úseku cesty č. 18 od Liptovského Michala po Liptovský Mikuláš v decembri 1971. Uvoľnenie ľavej strany priehľadného profilu Liptovská Mara pre výstavbu umožnilo v prvej fáze rozbehnúť naplno výstavbu:

- funkčných objektov, t. j. veží, privádzačov a základových výpustov na prevedenie vôd Váhu,
- ľavostrannej časti injekčnej chodby od funkčných blokov,
- ľavostrannej časti hrádze v objeme asi 800 000 m³,
- odpadného kanála.

Stavenisko vodnej elektrárne Liptovská Mara, vtom čase už značne rozpracované, chránila nasadená hrádzka, a doprava na pravý breh viedla provizórnym premostením vývaru základových výpustov.

Odpadný kanál vodnej elektrárne Liptovská Mara

Odpadný kanál vodnej elektrárne Liptovská Mara je dlhý 2,01 km, šírka dna 46 m a sklon svahov

v paleogéne 1 : 2, v alúviu 1 : 6, maximálna hydrostatická hladina v kanáli 522,50 m n. m. a minimálna 518 m n. m. Hladiny v kanáli sú totožné s maximálnou a minimálnou úžitkovou hladinou vyrovnávacej nádrže Bešeňová, do ktorej odpadný kanál vody z hydrocentrály odvádza, alebo z ktorej ich pri čerpadlovej prevádzke k vodnej elektrárni Liptovská Mara privádza.

Zemná hrádza Bešeňová

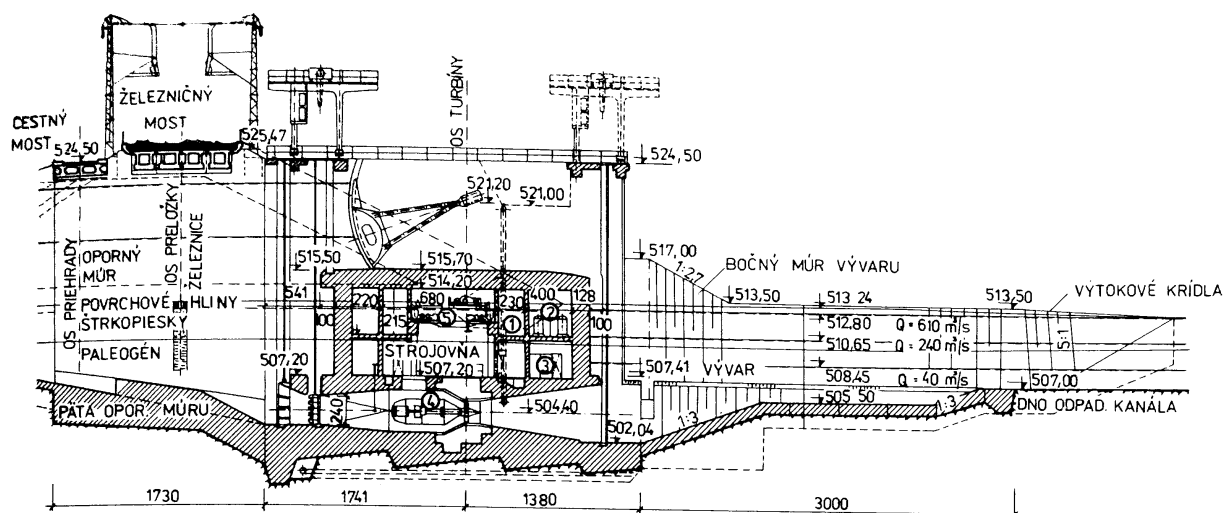
Zemná hrádza Bešeňová je situovaná vo vážskom km 335,2 na východnom okraji obce Bešeňová. Vzduť vody na kótu 522,50 (koruna hrádze 523,50 m n.) vytvára nádrž plochy 193 ha s úžitkovým obsahom (po minimálnu prevádzkovú hladinu 518 m n. m.) 7,78 mil. m³ vody. Stály obsah nádrže je 2,45 mil. m³. Statická časť zemnej hrádze je zo štrkopieskového materiálu ako násyp železnice a na návodnej strane je hlinité tesnenie premenlivej hrúbky, ktoré je do nepriepustného podložia zviazané hlinobetónovou stenou. Po korune hrádze vedie 4 m široká cesta a vedľa nej, bližšie k vzdušnému svahu, železnica, ktorá po hrádzi stúpa.

Priečný rez hrádzou v Bešeňovej: 1 — hlinité tesnenie, 2 — hlinito-betónová stena, 3, 4 — štrkopiesky, 5 — dvojrstvový filter, 6 — jednovrstvový filter, 7 — kamenná päťka, 8 — železničný zvršok

Technical drawing showing a cross-section of a dam structure. The drawing includes labels for various components: 1 — hlinité tesnenie (clay seal), 2 — hlinito-betónová stena (clay-concrete wall), 3, 4 — štrkopiesky (stone slopes), 5 — dvojrstvový filter (double-layer filter), 6 — jednovrstvový filter (single-layer filter), 7 — kamenná päťka (stone masonry), 8 — železničný zvršok (railway track). The drawing also shows the dam's foundation (PALEOGÉN) and the ground level (POVODNÝ TEREN). Dimensions include a crest width of 10m, a dam height of 10m, and a total length of 1500m. The drawing is dated 1960 and includes a scale of 1:1000.

Združený objekt Bešeňová

Združený objekt Bešeňová je včlenený do zemnej hrádze a má dve priamo-prietochné horizontálne turbíny hltnosti 20 m³/s. Vodná elektráreň Bešeňová energeticky využíva a rovnomerne do odpadného kanála vypúšťa vyrovnané prietoky. Nad stropom vodnej elektrárne sú prepady s tromi poliami svetlosti 6,3 m prehradené oceľovými segmentmi na výšku 6,80. Kóta prahu prepadu je 515,70 m, horná hrana zatvorených segmentov 522,50 m. V osi stredného prepadového poľa sú na kóte 504,40 m dve potrubia dnových výpustov priemeru 1400 mm. Dnové výpusty umožňujú vyprázdnenie vyrovnávacej nádrže. Sprava aj zľava v osiach krajných prepadových poli sú dve priamo-prietokové horizontálne turbíny hltnosti 20 m³/s s inštalovaným výkonom 2 x 2,4 MW.



Na vtokových krídlach objektu sú mosty pre železnicu a cestu po hrádzi svetlosti 22,9 m.

Prívodný kanál

Prívodný kanál mal iba provizórne poslanie v období výstavby, kedy spájal koryto Váhu s vtokmi združeného objektu.

Odpadný kanál

Odpadný kanál má hrádze riešené tak, aby aj prietok nesploštenej 100-ročnej povodňovej vlny neohrozil priľahlú obec Bešeňová. Dno odpadného kanála je široké 30 m a svahy v sklone 1 : 2 sú zväčša spevnené kamennou dlažbou hrúbky 50 cm.

Príprava územia

Príprava územia v rokoch 1965 až 1969 mala maximálne pripraviť vylúčenie verejných komunikácií 2 priestorov, v ktorých by boli prekážali výstavbe.

V prvej fáze výstavby, ktorou bolo obdobie od zahájenia výstavby vodného diela po preloženie železnice, mal rozhodujúci význam postup výstavby uzla Bešeňová a splnenie predpokladaných termínov.

Na uzle Bešeňová sa začalo s výstavbou združeného objektu. Súčasne sa musela sypať pravá časť hrádze od združeného objektu až po pravostranné zaviazanie s provizórnym premostením pôvodnej železnice a odpadný kanál. Po dokončení hrubej stavby združeného objektu (tzv. I. fázy výstavby združeného objektu) sa vykopal prívodný kanál a Váh sa pustil cez nedokončený objekt. Takýto postup sa volil preto, lebo Váh v tom čase nebol ešte ovládnutý a prípadný katastrofálny prietok nesploštený hrádzou Liptovská Mara by dobudovaný združený objekt nebol v stave previesť. Tým by bola bývala ohrozená rozostavaná hrádza Bešeňová, a keďže počas výstavby ľavej strany bešeňovskej hrádze železnica premávala na pôvodnej trati, bola by bývala ohrozená aj železničná premávka.

Po prepustení Váhu cez nedokončený združený objekt sa dosypala a utesnila ľavá časť hrádze Bešeňová a dokončil sa železničný zvršok. Na predĺžené vtokové krídla sa namontoval železničný aj cestný most. Preložka železnice bola odovzdaná do prevádzky 5. 4. 1973. Združený objekt Bešeňová, jeho vtoková a výtoková stena, sa dokončil pod ochranou provizórnych hradidiel. Po vyčistení takto uzavretých priestorov bolo možno dokončiť vnútorné stavebné konštrukcie a montáž technologického zariadenia. Napokon sa montovali potrubia dnových výpustov. Po preložení premávky na novú trať, demontáži pôvodnej železnice a po preložení Váhu do nových výpustov rozvinuli sa stavebné práce v celej šírke údolia na objektoch vlastného uzla Liptovská Mara. Výstavba vodného diela vyvolala celý rad ďalších investícií. Okrem vlastného uvoľnenia plochy nádrže presídlením rodín a inštitúcií, najzávažnejšími vyvolanými investíciami boli komunikačné ťahy.

Preložka železnice

Preložka železnice je dlhá zhruba 17 km a vedie zo stanice Liptovská Teplá cez hrádzu Bešeňová na ľavý breh nádrže, križuje preložku cesty č. 18 a prevažne na spoločnom telese s touto cestou ide až za obec Palúdzka, kde znova križuje cestu, prejde cez Váh a zapojí sa do žilinského zhlavia Mikulášskej stanice. Na preložke je 7 mostov, 2 železničné provizoriá, železničná zastávka vo Vlachochoch a výhybňa v Palúdzi.

Preložka štátnej cesty č. 18

Preložka štátnej cesty č. 18 v dĺžke asi 13 km znamená preloženie cestného ťahu z údolia Váhu na svahy úpätia Nízkyh Tatier nad hladinu nádrže Liptovská Mara v úseku z Liptovského Michala do Liptovského Mikuláša. Smerové vedenie trasy, hlavné parametre cestného telesa a zaústenie v

oblasti Liptovského Mikuláša sa v priebehu projektovania i výstavby menili úmerne k vývoju názorov na budovanú cestnú sieť, až napokon sa pôvodne cesta I. triedy na úseku Ivachnová - Liptovský Mikuláš budovala ako polovica diaľnice D - 1.

Povodne

Každé vodné dielo je v priebehu celej výstavby zápasom človeka s vodou a s vodou a za mimoriadnych vodných stavov je zápasom človeka so živlami. Z dlhodobých hydrologických pozorovaní povodia poznáme obdobia charakteristické pre výskyt veľkých vôd a povodní. Veľké vody nejdú podľa cestovného poriadku, a tak sa im nezriedka podarí prísť v čase, ktorý je pre budovateľov diela kritický.

Počas výstavby vodného diela prešla nejedna povodeň - no najhoršia bola náhle povodeň vo večerných hodinách 30. 6. 1973. V tom čase sa sypala zo štrkopieskového materiálu prehrádzka, ktorej budovanie zapadalo do druhej fázy sypania hrádze smerom k pravému zaviazaniu ako ochrany pred veľkými vodami pre časť injekčnej chodby na pravej strane, a teda aj ochrany vnútorných priestorov funkčných objektov a vodnej elektrárne po prevedení vôd Váhu tunelmi základových výpustov. Už pred touto náhlou povodňou boli zvýšené vodné stavy, ktoré priesakmi namáhali prehrádzku. Náhle zvýšené prietoky neprebehli povinným hlásením, ale avizovala ich obsluha čerpadiel stavby. Prve narušenie prehrádzky sa podarilo zachrániť štrkami presunutými buldozénom. Súčasne sa odsunuli stroje zo stavebnej jamy. Večer o 20.40 h sa však prehrádzka pretrhla. Šírku prietrže sa podarilo zúžiť záhodzovým kameňom, ktorý sa rozoberal z preloženej železnice. Prietrž mala vtedy šírku 10 až 12 m. Potom sa do prietrže buldozénom zasúvali betónové panely zo skládky pri žeriavovej dráhe. Jednotlivé kusy voda však strhávala a odnášala. hoci išlo o panely rozmerov 0,6 X 0,7 X 3,0 m. Ich použitie bolo účinné, len keď sa zväzovalo 5 kusov dovedna. Medzi panely sa volil štrk a škvara; takto zahataný prietok sa znížil na hodnotu 1,0 až 1,5 m³/s.

Voda narobila vážne škody a pribrzdila výstavbu. Vnikla do chráneného priestoru, stúpala a cez rozpracovanú štôľňu prenikla spojovacou chodbou do priestorov elektrárne a vývarov. Ďalším stúpnutím sa vedľa ľavého krídla oporného múru dostala do priestorov privádzačov a vedľa pravého krídla do priestorov hydrocentrály. Stúpnutie vody v priestore vývarov ohrozilo ochrannú hrádzu medzi vývarom a odpadovým kanálom.

Na zvýšenie ochrany v prvej fáze a na odstránenie dôsledkov prietrže zmobilizovali sme v krátkom čase potrebný počet pracovníkov i strojov. Na práce sa nasadili 3 rýpadlá, 2 buldozéry a 50 nákladných áut.

Za tejto povodne za niekoľko hodín stúpol prietok Váhu z 25 m³/s na 145 m³/s. Povodeň kulminovala v noci 1. 7. o 3. hodine ráno prietokom 177 m³/s.

Neskôr sa už stavba dostala postupne do takého štádia, že jej už povodne nemohli ublížiť.

Skúsenosti z výstavby

Ako sme už uviedli, problémy okolo schvaľovania Liptovskej Mary nevytvárali pri začatí stavby optimálnu pracovnú atmosféru. Prakticky sa pracovalo s veľkými obmedzeniami, a tak už v prípravnej etape sa muselo siahnuť do vlastných objektov vodného diela, z ktorých materiál predstavoval materiál ovú základňu pre vyvolané investície. Rozvinúť pracovný front takmer dvoj miliardovej stavby na báze 200 miliónovej prípravnej etapy, isteže, nebolo jednoduché. Keďže objemy prípravnej etapy si nevyžadovali riešenia, ktoré by sa vymykali z rámca dovtedajších skúseností, nástup na vodné dielo bol poznamenaný technikou, ktorá ukončila práce na vážskej kaskáde a v danom období už nezaznamenala technický prínos.

Záujem o vodné dielo a požiadavka na zvýšenie inštalovaného výkonu na 200 MW z konca roku 1968, znamenali potrebné oživenie prác, ale priniesli aj celý rad problémov. Treba povedať, že už v tomto období sa začalo s niektorými zemnými prácami podľa vykonávacích výkresov, hoci to, pravda, neznamenalo začatie výstavby vlastného vodného diela, ale materiálové krytie vyvolaných investícií. Okolo zmeny inštalovaného výkonu bolo, pochopiteľne, viac rokovania, aby nedošlo k zmareniu alebo k znehodnoteniu vykonaných prác. Prvé dva agregáty zostali nezmenené. Zvýšenie inštalovaného výkonu sa dosiahlo opakovaním projektu 100 MW inštalácie vsunutím medzi prvé dva agregáty a posunutím výpustného objektu o 23 m smerom k Váhu. Nové riešenie využilo pritom vtedajšiu projektovú rozpracovanosť. Odhadovalo sa, že sa týmto riešením zvýšia náklady o 240 mil. Kčs. Prípravné komisie museli pri ďalšom postupe dávať predovšetkým pozor, aby sa stavebné práce nezdržali pre funkčnú nepripravenosť a pre nezabezpečenie materiálu a zariadení. Odkryvy a vykonané práce ukázali, že nebude potrebný ďalší geologický prieskum, ani hydrotechnický modelový výskum, ale že sa vybuduje model, na ktorom sa počas výstavby upraví stavebné postupy s cieľom skrátiť čas výstavby. Predpokladalo sa, že výkopové projekty budú hotové začiatkom roku 1969 a vykonávacie projekty betónových objektov a základovej dosky do konca I. štvrťroku 1970.

Súčasne s návrhmi, resp. rozhodnutiami začal sa vyvíjať tlak na termíny. Tým sa celá organizácia i príprava práce dostali do druhého rozhodujúceho štádia. Toto štádium bolo poznamenané tým, že sa koncepcia robila prakticky za pochodu, nad rozkopaným terénom a rozbudovanými objektami. To bol aj dôvod, prečo Váhostav nemohol niektoré dôležité objekty a zariadenia zabezpečiť si dodávateľským spôsobom, ale musel siahnuť k vlastným riešeniam, z ktorých niektoré sa pri výstavbe tohto diela použili prvý raz.

Tu nie je, prirodzene, možné podrobne opísať všetky detaily. Preto aspoň zhruba opíšeme niektoré skupiny problémov a spôsob, ako sme ich riešili, dosiahnuté parametre a prípadne aj ponaučenia, ktoré bude možné uplatniť v budúcnosti pri výstavbe ďalších vodných diel. Ako to vyplýva z technológie, keď gravitačné hrádze sú z prirodzeného materiálu a funkčné objekty betónové, celý problém zabezpečovania výstavby možno rozdeliť na dve veľké samostatné skupiny - na zvládnutie betónárskych prác a na zvládnutie zemných prác.

Obidve tieto skupiny charakterizujú nielen veľké objemy, ale aj technické osobitosti.

Betónárske práce

Vážske sedimenty v oblasti Liptovskej Mary sú poznačené celým povodím a jeho geologickým zložením. Z Vysokých Tatier prichádza materiál Žulový, z Nízkych Tatier vápencový, kým vlastné územie je flyšové, teda paleogén tvorený striedaním sa bridlíc a pieskovcov. Bridlica nemá charakter horniny, ale sa vodou rozplavuje, pričom zostáva pieskovcová substancia. Tieto materiály boli tu k dispozícii na betónovanie. V oblasti vodného diela bola iba jedna úpravňa štrkopieskov, a to na zátopovom území v obci Parížovce. Táto úpravňa mala však iba lokálny charakter a z hľadiska

vodného diela bola prakticky bezvýznamná.

Bolo potrebné orientovať sa na štrkové lavice na zátopovom území vodného diela a preskúmať ich kvalitu. Ukázalo sa, že obavy o betonársky štrkopiesok sú viac než opodstatnené, pretože sedimentačný proces v celej aluviálnej nive mal veľmi pestrý charakter, a tak sa nevytvárali lavice z jednakého materiálu, ktorý určoval úpravárenskú techniku. Bolo potrebné, počítať s rozdielnym materiálom z hľadiska zrnitosti i petrografického zloženia.

Len čo sa práce na vodnom diele dostali do tempa, veľmi rýchle inštalovať všetky betonárske zaradenia, aby sa po výkopoch stavebnej jamy mohlo okamžite betónovať, pretože základová škára odkrytá vo flyšových útvaroch paleogénu, podľa všetkých predchádzajúcich skúsenosti z vodných diel, je veľmi citlivá na poveternostné vplyvy. Bridlica na povrchu sa rozpadá a ani pieskovcové lavice nemajú charakter odolných skalných masívov. Preto na všetkých vodných dielach vo flyšových materiáloch sa používala technika odkryvu malých plôch základovej škáry a okamžitého prekryvania betónom aby sa základová škára neznehodnotila. Tento postup bol nevyhnutný aj na vodnom diele Liptovská Mara. Pri nepretržitej práci, vo dne v noci, museli byť betonárske kapacity v pohotovosti, aby zvládli túto prvoradú úlohu.

Problémy spracúvania zemín

Napriek tomu, že hlinené jadrá hrádzi sú najstarším a najosvedčenejším vodotesniacim materiálom, pri budovaní hrádzi, tesnených zeminami vznikajú pre dodávateľa stavebných prác závažné problémy, ktorých pôvod je podmienený viacerými faktormi:

- a) Zemina, ako tesniaci prvok, má projektom predpísané merateľné prísne kritériá obdobné ako napr. betón. Kým vlastnosti iných materiálov môžeme upravovať smerom k žadanému výsledku, musíme zeminu ako produkt sedimentácie brať ako danú skutočnosť so všetkými jej litologickými, mineralogickými a technickými vlastnosťami.
- b) Ak považujeme materiálový zdroj za homogénny, je to iba teoretický predpoklad, pretože skutočnosť je komplikovanejšia. Ak roztriedime materiálový zdroj na zóny rovnakých vlastností a predpíšeme selektívnu ťažbu, nedokážeme ju pre nedostatok kapacít ťažobných prostriedkov realizovať.
- c) Spracovanie zemín je náročné na obsah vody pri zhutňovaní. Vhodne vlhkú zeminu v zemníkoch prakticky nenájdeme. Odchýlky od optimálnej vlhkosti zapríčiňujú veľké, niekedy technologicky neriešiteľné problémy.
- d) Zeminy neslobodno spracúvať za dažďa – každá sprška znamená prerušenie prác. Prílišné vysušenie zeminy si zasa žiada jej kropenie. Daždivé dni a dni s teplotami pod dovolenou hranicou sú kapacitne obmedzujúcim faktorom.
- e) Hlinená vrstva si vyžaduje filtračné obsypy, pričom - ako technologicky najnáročnejšia – je limitujúcou pre sypanie celej hrádze.

Preto sme si všímali podrobne kvality hlin a ich vlastnosti už v prípravnej etape, najmä pri budovaní preložky železnice a cesty č. 18. Už vtedy sme zistili, že spracovanie hlin v takých množstvách, aké predpisoval projekt, bude veľkým technickým aj organizačným problémom. Na jeho zvládnutie sme už vopred organizovali a budovali dostatočné laboratórne kapacity s cieľom zabezpečiť dokonalú technologickú disciplínu. Marská hrádza v pojatí priečneho profilu s predĺžením zaviazania cez injekčnú chodbu a injekčnú clonu je úplne tradičnou zemnou hrádzou. Skúsenosti pri jej budovaní však potvrdili naše obavy.

Matematicko-štatistické spracovanie výsledkov - ako novinka posledných rokov - začalo sa uplatňovať aj v geológii, a tým sa dostalo aj do projektu vodného diela objektov, kde sa prejavilo v orientácii na priemernú prirodzenú vlhkosť určených väzných zemín. Tak sa určili kritériá pre ťažbu zemín s prirodzenou vlhkosťou 15,5 až 21 % odvodenou z normovej odchýlky -2 až +3 % od optimálnej (priemernej) vlhkosti 17,8 % . Týmito kritériami sme sa riadili počas celej výstavby, ale až pri jej ukončovaní spätnými hodnotením sme došli k záveru, že premietnutie priemerných matematicko-štatistických hodnôt do projektu a skutočná potreba riadiť sa konkrétnymi vlhkosťami sú diametrálne odlišné kategórie. Pri spracúvaní jednotlivých druhov zemín, sme zistili, že ich optimálne vlhkosti sa pohybujú v intervale 14,8 až 23,8 %. Zeminy v zemníku bolo totiž možné pomenovať podľa klasifikačných systémov ako piesčité hliny, hliny, ílovité hliny piesčité a ílovité hliny.

DOSLOV

Predkladáme čitateľovi túto publikáciu v čase, keď národný podnik Váhostav slávi, svojich. 25 rokov a plníme tým povinnosť dokumentovať aspoň takouto formou stavbu, ktorá v histórii Váhostavu, bola nielen najväčšia, ale aj najzložitejšia. Čierny Váh, ktorý je v značnom stupni rozostavaný, bude stavbou 30 ročného jubilea.

Veľmi ťažko sa píše as odstupom času. Mnohé udalosti treba priam vydolovať z archívov, niektoré i zo spomienok, pre niektoré, najmä ekonomické, často niet podkladov. Snažíme sa navodiť systém, aby sme svoje stavby vedeli všestranne zhodnotiť.

Publikáciou sa chceme prihovoriť najmä našim pracujúcim, a preto nemohla byť koncipovaná ako prísne technická a dokumentačná. Chceli sme v nej zachytiť aj kúзло kraja a jeho premien a v krátkom historickom pohľade úvodu ukázať, ako rýchle dospievame a bohatneme.

Použili sme všetok dostupný materiál z podnikového archívu, pre niektoré state nepublikovaný rukopisný materiál spolupracovníkov, ale aj mimo-podnikových pracovníkov. Ďakujeme všetkým, čo nám dali súhlas na použitie takéhoto materiálu, najmä však Ing. J. Hlavčovi, dipl. techn. R. Kráľovi, Ing. M. Mičekovi, Dr. K. Pietovy, Ing. Rakovi a Ing. Rozprávkevi.

Vo farbe priblížia čitateľovi stavbu fotografie s. Martinčeka a dnešné marské nálady citlivý objektív. s. Luptákovej.

V mnohom pomohol materiál pobočky Slovenskej Vedeckotechnickej spoločnosti a publikované články najmä z inžinierskych stavieb.

Ak všetka dobrá snaha zdokumentovať, priblížiť a načerpať poučenie predsa len v niektorých pasážach naplno nevyznejú, prosíme čitateľov o zhovievavosť.

Napokon ďakujeme národnému umelcovi Andrejovi Plávkovi za osobitne milé právo, ktoré sa nám dostalo s jeho súhlasom použiť večné slová jeho poém, bez ktorých by nebolo možné vystihnúť ani ducha doby, ani ducha liptovského kraja.

