

Výstavba betonové přehrady vodního díla Vír na Svatce

Ing. Oldřich Hrazdira
Ingstav, n. p. — Brno

O výstavbě přehradu u Víru se uvažovalo již v letech první republiky. Začátek 2. světové války však tento záměr oddálil, takže k realizaci došlo teprve po roku 1945. Konsorcium soukromých stavebních firem, kterým byla výstavba původně svěřena, bylo jako všechny ostatní větší stavební podniky znárodněno a byly vytvořeny Československé stavební závody, generální ředitelství v Praze. Při územní reorganizaci začátkem roku 1949 byla stavba předána tehdejšímu brněnskému záводу ČSSZ — BN 551 pro inženýrské stavby, který byl zárodkem dnešního n. p. Ingstav.

Již tato data ukazují, za jakých podmínek se stavba zahajovala. To se projevilo mimo jiné nedostatkem inženýrských kádrů následkem uzavření vysokých škol v době okupace a potížemi při vybavení stavby potřebnými mechanismy a zařízeními. Zahraniční obchodní vztahy byly v té době omezené a domácí strojírenský průmysl nebyl připraven pro tak náročné úkoly. Se zřetelem k těmto skutečnostem je potřeba chápat celý vývoj této stavby a nutnost v řadě případů improvizovat a podstupovat technická rizika. Přes tyto obtíže se stavba brzy zkonsolidovala a její technické parametry i dosažená kvalita práce mohou ještě dnes sloužit jako vzor.

Dominantou celého vodního díla, skládajícího se z hlavní a vyrovnávací nádrže, je betonová tížná přehrada s přilehlou vodní elektrárnou. Přehrada je 75 m vysoká, její délka v koruně včetně těsnících membrán je 390 m a objem betonu včetně vodní elektrárny je téměř 500 000 m³. Aby se zvětšila bezpečnost částečným klenbovým účinkem a hráz se lépe zapojila do krajiny, byla její osa navržena v oblouku o poloměru 305,70 m.

Zařízení staveniště

K rozvinutí stavebních prací došlo až v roce 1949, kdy mimo práce na zakládání přehradu se soustředila pozornost na výstavbu zařízení staveniště.

Sociální objekty, zejména pro ubytování a stravování pracovníků, byly provedeny jako zděné přízemní objekty, vybavené ústředním topením a teplou vodou. Tento areál byl umístěn asi půl kilometru od staveniště přehradu v obci Vír a měl kapacitu 600 až 800 lůžek. Součástí tohoto zařízení bylo i 20 jednopokojových bytů pro ženaté zaměstnance a 16 komfortních dvoupokojových bytů. Jídelna s kuchyní a klubovnou sloužila i pro kulturní vyžití pracovníků, stravování bylo zabezpečeno pro třísměnný provoz včetně nočního vydávání jídel. V provozu byla i ve dnech pracovního klidu. Na stavbě byla dále zřízena ordinace lékaře (lékař ordinoval denně) a stavba vlastnila sanitní vůz pro případ těžšího úrazu. Na svou dobu

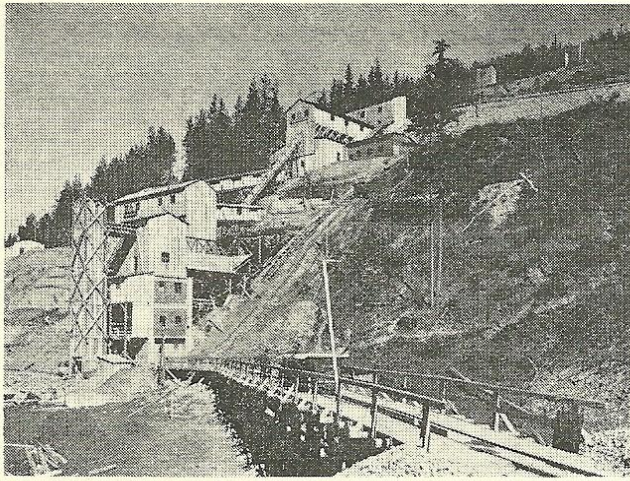
mělo toto sociální zařízení vysokou úroveň a jednotlivé objekty jsou ještě dnes využívány pro jiné účely. Ubytovací objekt byl postaven i pro odloučené pracoviště kamenolomu v Korouhvi. Již v roce 1950 bylo celé zařízení v provozu.

V době největší špičky pracovalo na stavbě až 1200 pracovníků. Asi 400 z nich byli pracující z místa a okolí, pro které byly organizovány vlakové a autobusové spoje s přípoji na třísměnný provoz.

Bylo rozhodnuto, že ještě v roce 1949 musí být zahájena betonáž funkčních bloků, aby se co nejdříve umožnil nástup pro ČKD Blansko na montáž výpustných a elektrárenských potrubí. Dále bylo rozhodnuto, že kamenivo pro betonáž bude získáváno z místních zdrojů. Vzhledem k tomu, že dodání strojního zařízení pro definitivní drtírnu a betonárnu bylo zajištěno až na pozdější dobu, byla na levém břehu v budoucí zátopě v těsné blízkosti staveniště vybudována tzv. provizorní drtírna a betonárna. (Obr. 1). Výkon tohoto zařízení se předpokládal 300 m³ hotového betonu za 24 hodiny.

Vzhledem k tomu, že následkem rozhodnutí tehdejšího ministerstva techniky byly strojní dodávky pro definitivní drtírnu a betonárnu předisponovány ve prospěch přehradu ve Slapech, bylo toto provizorium ve funkci i v roce 1951 a částečně 1952. Doprava kamene z kamenolomu do drtírny byla kolejovou dopravou, po koleji (rozchod 900 mm) položené na pláni budoucí levobřežní komunikace. Kámen byl dopravován ve vozech o objemu 4 m³ a trakci zajišťovaly parní lokomotivy o výkonu asi 150 kW. V začátcích stavby byl i beton od betonárny do stavební jámy dopravován úzkorozchodnou drážkou (rozchod 600 mm) diesel-elektrickými lokomotivami. Je nutno zdůraznit, že většina těchto strojů byla starých (některé z nich z německé stavby dálnice Vratislav—Vídeň) bez jakýchkoliv náhradních dílů. Je hodno uznání, že se údržbářům a pracovníkům skromně vybavených staveništních dílen dařilo udržovat tento park v trvalém provozu.

V souvislosti s výstavbou definitivní drtírny a betonárny o projektované a později i dosahované kapacitě 800 m³ hotového betonu za 24 hodiny (obr. 2) bylo nutno řešit i dopravu cementu. Dodávku cementu zajišťovala Maloměřická cementárna, cement byl dopravován vagóny do železniční stanice v Bystřici nad Pernštejnem, kde byla vybudována dvoukolejná vlečka a překladiště. V té době neexistovaly speciální vagóny pro dopravu volně loženého cementu, cement byl ložen do normálních krytých železničních vozů, ze kterých byl vykládán stavbou zkonstruovaným korečkovým zařízením a dopravován do čtyř sil (4 × 200 t), která tvořila součást překladiště. Z překla-



Obr. 1. Provizorní drtírna a betonárna (1949)

diště byla na stavbu zřízena lanová dráha, zakoupená jako havarovaná ve Švýcarsku. Repasi a montáž tohoto zařízení provedla chrudimská Transporta, stožáry a úhlová stanice byly dřevěné, zhotovené v těžko přístupném terénu tesařskou četou stavby. Délka této lanovky činila asi 10 km, výkon 20 tun za hodinu. Její provoz byl velmi ekonomický, při běžné údržbě pracovalo toto zařízení prakticky bez poruch. Po začátečních zkušenostech s betonem vyrobeným pouze z drcených materiálů bylo rozhodnuto, že pro zlepšení zpracovatelnosti betonové směsi je třeba přidávat 15 % přírodního labského šterkopísku, který byl dodáván z Opatovic nad Labem železničními vagóny, na překladišti vykládán korečkovým zařízením, ukládán na mezideponii (zhruba 3000 m³) a rovněž na stavbu přepravován (i ve dnech pracovního klidu) lanovkou. Pouze ve špičkách byla používána tehdy ne zcela samozřejmá automobilová doprava.

Do výčtu objektů zařízení staveniště patří i staveništní dílny, tesárna a staveništní pila, která velmi operativně kryla potřeby stavby řezivem z kulatiny získávané v budoucí zátopě. Stavba měla dobře vybavenou laboratoř, která zabezpečovala především všechny požadované průkazní a kontrolní zkoušky betonu a jeho složek, včetně denní kontroly granulometrie kameniva a jeho dávkování.

Zakládání přehrady

Na pravém břehu se hornina skládá převážně z velmi pevných rulových lavic, které již v malé hloubce mají dostatečnou pevnost. Ve střední části přechází rula přes 2 m široké, značně navětralé pásmo do svorů a svororuly.

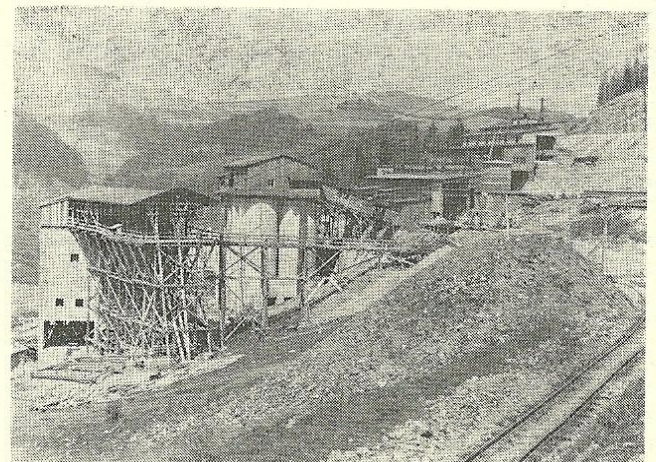
V první fázi byla zakládána pravobřežní část přehrady v jímce těsně ocelovou a dřevěnou štětovou stěnou (obr. 3). Pod ochranou této jímky bylo založeno celé pravé křídlo přehrady včetně dvou elektrárenských bloků, dvou výpustných bloků a jednoho přelivného (obr. 4 na 3. straně obálky). Po založení těchto údolních bloků byl zahrazen levý břeh betonovou jímku, voda převedena přes nedobetonovaný přelivný blok, který byl vybetonován pouze po úroveň hladiny řeky (obr. 5 na 3. straně obálky). V poslední fázi zakládání byla voda převáděna dvěma spodními výpustmi \varnothing 1800 mm.

Už v letech 1947—1948 byla provedena skrývka základové spáry na svazích s dopravou materiálů do údolí v natrásavých žlabech, získaných z uhelných dolů. Výlom skály byl proveden u pravého břehu do hloubky zhruba 2 m, na levém břehu (svory a svororuly) do 4—5 m, v údolní části do hloubky 5 m. Rozpojená hornina byla odvážena kolejovou dopravou na deponii v zátopě. Po provedení výlomu s použitím trhaviny byla skála do hloubky 1 m těžena ručně tak, aby byl odstraněn odstřelem uvolněný materiál. Celý povrch základové spáry byl pak dokonale očištěn vodou a ocelovými kartáči, veškeré prameny byly zachyceny.

Investor požadoval, aby celá základová spára byla pokryta torkrétem, protože se tím zaoblí povrch základu, beton dobře vyplní nerovný povrch výlomu, bude zajištěno dokonalé spojení betonu s podložím a do jisté míry bude zamezeno průsaku vody z nádrže po základové spáře. Torkrét se prováděl ve dvou vrstvách tloušťky maximálně 1 cm ve složení jeden díl cementu a tři díly písku. Po počátečních obtížích se tato práce stala běžnou a nepůsobila zvláštní potíže. Podloží přehrady bylo ještě před zahájením výlomu injektováno zpevňovacími vrty (šachovitě rozmístěnými asi 10 m od sebe) o hloubce 7 až 15 m s injekčními tlaky 0,5 až 1,5 MPa bez použití obturátoru. Další injektáž se prováděla až po vybetonování hráze do výše 10 až 12 m jádrovými vrty \varnothing 76 mm do hloubky 20 m s použitím obturátoru s postupem zdola nahoru. Tlaky odpovídaly polovině součinu objemové tíhy horniny s výškou nadloží. Těchto vrtů bylo provedeno asi 10 tis. m, na jeden metr vrtu připadlo asi 80 kg cementu, k dispozici pro tuto práci byly pouze staré vrtačky CRAELIUS, pracovaly rotačně s použitím ocelového šrotu. Injekční pumpy vyráběla tehdejší košická firma POLEDNIAK [1].

Výroba kameniva a betonu

Pro získání vhodného materiálu byla nalezena lokalita v Korouhvi asi 2 km od vlastního staveniště. V tomto místě byl k dispozici amfibolit, který svými vlastnostmi splňoval požadavky pevnosti, nasákavosti a tvaru zrna. Tato lokalita měla však příliš úzkou čelní frontu,



Obr. 2. Definitivní drtírna a betonárna s koncovou stanicí lanové dráhy (1952)



Obr. 3. Výlom základů hráze v pravobřežní jínce (1949). Foto archiv

než aby mohl být kamenolom založen běžným způsobem. Byl proto zvolen dnes už neobvyklý, tzv. anglický způsob dobývání. Středem lokality byla provedena štola v patě útvaru, ze které byly hornickým způsobem vyraženy šikmé komíny až na povrch. Výška těchto komínů byla až 30 m. Těžilo se odstřelem shora, vytvářením trychtýřů kolem komínů, kterými materiál padal do vozů polní dráhy ve štole s použitím zvláštních bezpečnostních zarážek. Tento způsob těžby se ukázal ekonomicky velmi výhodný, při minimální mechanizaci (pouze pneumatické vrtačky) bylo dosaženo výkonu asi 2 m³ kamene na jednu hodinu dělníka při spotřebě trhavin zhruba 0,3 kg·m⁻³. Jako nevýhodu je nutno uvést možnost znečištění kameniva při nedokonalé skrývce, popřípadě splaveninami při velkých deštích.

Definitivní drtírna, montovaná Přerovskými strojírnami, byla umístěna rovněž na levém svahu údolí a z provozních důvodů měla dvě samostatné sekce, z nichž každá byla osazena dvěma čelistovými drtiči 800 mm, primárním třídičem, dvěma granulátory a jedním válcovým mlynem. Pro obě sekce byl společný kulový mlýn pro získání prachové frakce do betonu. Vratné pásy a systém sekundárních vibračních třídičů umožňovaly korigovat podle potřeby křivku zrnitosti ve frakcích 0–7 mm, 7–15 mm, 15–30 mm, 30–70 mm a 70–120 mm (později upraveno na 70–90 mm). Součástí drtírny byla síla na jednotlivé frakce, provedená z betonu. S využitím sklonu terénu byla pod drtírnou umístěna betonárna, v níž byly instalovány tři výklopné míchačky, každá o obsahu bubnu 1500 litrů s pneumatickým ovládním a štítkovým výkonem 20 m³ za hodinu. Tyto míchačky byly vyráběny v Československu podle vzoru anglické míchačky WINGET. Odměřování frakcí bylo objemové, tzv. Hardingovými podavači u jemných frakcí a vozíkovými podavači u frakcí hrubých. Celé ovládní včetně váhového odměřování cementu a vody bylo řízeno poloautomaticky z ovládacího panelu v místě obsluhy. Pro zlepšení zpracovatelnosti a možnosti snížení vodního součinitele byl používán provzdušňovač VUSAL. Poloautomatické řízení a zařízení pro dávkování provzdušňovače zkonstruovali a vyrobili pracovníci stavby a plně se osvědčilo. Tato beto-

nárna dokázala ve špičkách vyrobit přes 1000 m³ betonu za den, roční výkony se pohybovaly v rozmezí 100–120 tis. m³ uloženého betonu.

Betonáž přehrady

S ohledem na nemožnost zajistit vhodné strojní zařízení pro dopravu betonu do hráze zůstal tento problém dlouho nedořešen [2]. Bylo nutno ustoupit od zakoupení kabelového jeřábu nosnosti 12–15 tun v Anglii, nereálná se ukázala alternativa železného dopravního mostu přes přehradu (obdoba přehrady Bleiloch), tento most nebyl uskutečnitelný ani v železobetonové variantě s ponecháním pilířů ve vlastní zdi a nebyl realizován ani most dřevěný s použitím Derricků o nosnosti 4–5 tun s vyložením 30 m. Zamítnuta byla i konstrukce betonovací věže s výložníky vzhledem k tomu, že dopravní pásy by bylo nutno zajišťovat ve Švédsku.

Pracovníci stavby, investora a projektanta museli proto vycházet pouze z toho, co bylo k dispozici: kabelový jeřáb od firmy Transporta o nosnosti 5 tun, s oběma věžemi synchronně pojízdnými, jeden starý kabelový jeřáb s pevnými dřevěnými věžemi, nosností pouze 2 tuny a staré německé věžové jeřáby Wolf nosnosti 2 tuny při vyložení 20 m. Přímou na stavbě byl vypracován takto limitovaný postup betonáže v jednotlivých etapách stavby, který z počátečních improvizací dosáhl určitého systému. V zásadě se podařilo předbetonovat střední část hráze po kótu odběru betonu z betonárny kabelovým jeřábem a na této úrovni byly instalovány Wolfovy věžové jeřáby, pod něž zajížděl vlak s kontejnery s betonovou směsí (obr. 5 na 3. str. obálky). Tomuto postupu a výkonům jednotlivých zvedacích prostředků byly přizpůsobeny i velikosti pracovních bloků, které byly při šířce bloků přehrady 15 m navrženy tak, aby jejich plocha nepřesáhla zhruba 220 m², což při tloušťce ukládaných vrstev 50 cm odpovídalo době začátku tuhnutí betonu s určitou bezpečnostní rezervou. Výšky pracovních bloků se pohybovaly kolem 150 cm. Používán byl strusko-portlandský cement s 50 % vysokopecní strusky. Bylo předepsáno dávkování cementu 300 kg·m⁻³ hotového betonu na základové spáře, návodním a vzdušním líci a 180 a 220 kg·m⁻³ pro výplňové betony přehrady. Na návodním a vzdušním líci bylo použito překládané dřevěné bednění, ostatní bednění bylo prováděno tradičním způsobem. Pro zpracování betonu se neosvědčily jehlové vibrátory, používané při zahájení betonáže. Byly nahrazeny dvojmužnými vibrátory V-DUR o hmotnosti asi 45 kg, vyráběnými v Československu. U betonu 300 kg·m⁻³ se vodní součinitel pohyboval okolo 0,52.

Zvláštní pozornost byla věnována vodorovným pracovním spárám, které investor průběžně kontroloval. Zpracovaná četa automaticky po zavaznutí betonu ošetřila spáry otrýskáním vodou a stlačeným vzduchem. Při zahajování dalšího bloku byla spára pokryta vrstvou betonu se zrnitostí do 30 mm a vyšším vodním součinitelem. Vodorovné pracovní spáry, které přezimovaly, byly ošramovány a očištěny tlakovou vodou. Plán betonáže si vynutil práci i v období, kdy teplota vzduchu klesla pod 0 °C [3]. Byly proto zpracovány a na stavbě ověřeny zásady zimní betonáže, které lze

shrnout takto: voda byla ohřívána tak, aby v míchačce měla teplotu +50 °C, frakce 30—90 mm byly předehřívány horkým vzduchem až na 20—30 °C (jemnější frakce a cement se nepodařilo přímo ohřívát, byla pouze temperována silou), byla prodloužena doba míchání betonové směsi v míchačce a koše s betonem byly přikrývány při dopravě plachtami. Tím se dosáhlo teploty betonové směsi v bloku min. +10 °C. Bednění bylo prováděno z fošen 40 mm a čerstvý beton byl přikrýván dřevěnými tabulemi, opatřenými lepenkou. Každé 3 hodiny ve dne i v noci byly teploty betonu kontrolovány. Bloky se odbedňovaly nejméně za 14 dnů a prodloužila se doba nadbetonování jednotlivých bloků. Pracovní spáry byly opracovávány upravenými krumpáči a před další betonáží nahřáty horkou parou.

Tato opatření umožňovala kvalitní provádění prací do teploty -5 °C, výjimečně při krátkodobých poklesech teploty do -10 °C. Prakticky to znamenalo umožnění betonáže až do konce prosince, v lednu a únoru byly betonářské práce zastaveny a pracovníci soustředěni na opravy strojního zařízení, skryvkové práce v kamenolomu a výlomové práce pro založení dalších bloků přehrady.

Vývojový proces vírského vodohospodářského uzlu

Ing. Stanislav Novotný, CSc.

Výzkumný ústav vodohospodářský, pobočka — Brno

Většina systémů infrastruktury, charakterizovaná vytvářením obecných podmínek pro rozvoj ekonomiky v určité oblasti, prochází dlouhodobým složitým vývojovým procesem. Cílem tohoto procesu, tvořeného řetězcem inovací realizovaných především rozvojovými investicemi, je dosažení vysokých společenských efektů v proudě měnících se nároků společnosti a měnících se jejich priorit. K takovým „nedospělým“ systémům patří ve vodním hospodářství vodohospodářské soustavy včetně jejich nejvýznamnějších částí, tzv. vodohospodářských uzlů.

Pojem vodohospodářského uzlu se dostává do vodohospodářského života v souvislosti s řešením vodohospodářských soustav. Představuje zvláštní ucelenou část vodohospodářské soustavy — podsoustavu — která je tvořena funkčně spjatými vodohospodářskými objekty a opatřeními soustředěnými v relativně malé lokalitě a spojenými mezi sebou intenzivními vztahy. Vírský vodohospodářský uzel (dále VVU), jeden z nejvýznamnějších uzlů dyjsko-svratecké vodohospodářské soustavy, je na středním toku řeky Svratky v severovýchodní části Českomoravské vrchoviny pod Žďárskými vrchy. Je soustředěn do hlubokého svrateckého údolí sevřeného po obou stranách Svrateckou hornatinou táhnoucí se od Tišnova po Jimramov. Vodohospodářské objekty, tvořící dnešní podobu VVU, jsou umístěny poblíž obce Vír ve výšce nad 400 m n. m., v mírně teplé klimatické oblasti s průměrným úhrnem srážek 700 mm. Povodí řeky Svratky k profilu uzavírajícího objektu — vyrovnávací nádrže Vír II — zaujímá plochu 486 km². V hospodářské činnosti v tomto povodí převládá zemědělství a les-

Závěr

S odstupem tří desetiletí, které uplynuly od doby výstavby přehrady na Svratce u Víru, je markantní nejen rozdíl v technické vybavenosti, kterou disponuje současné čs. stavebnictví, ale i v přístupech k přípravě obdobných staveb. Přesto by i dnes měly být všude dodržovány zásady rychlého a komplexního budování sociálního zařízení staveniště a zvýšen požadavek na kvalitu práce. V dnešní době napjatých energetických bilancí je jistě ke zvážení i vyšší stupeň využívání místních zdrojů kameniva a zavádění jiných způsobů dopravy při nutnosti omezit dopravu automobilovou tak, jak byly použity při výstavbě vírské přehrady, která zůstane památkou prvních let socialistické výstavby.

Literatura

- [1] POSPÍŠIL, O.: Založení stavby přehrady na Svratce u Víru. Inženýrské stavby, 1958, č. 3
- [2] LOSSMANN, K.: Historie stavby přehrady na řece Svratce u Víru, její využití a hospodářské zhodnocení. Inženýrské stavby, 1958, č. 1
- [3] POSPÍŠIL, O.: Zimní betonáž přehrady na Svratce u Víru. Inženýrské stavby, 1958, č. 7

nictví. Příznivou úlohu má chráněná krajinná oblast Žďárské vrchy, která překrývá povodí Svratky k profilu hráze Víru II plochou 344 km², tedy 70 %.

Základ VVU byl vytvořen v roce 1957 vybudováním vodního díla Vír, které se skládá z těchto vodohospodářských objektů: údolní nádrž Vír I, denní zásobovací nádrž, špičková vodní elektrárna, řeka Svratka v úseku Vír I — Vír II, vyrovnávací nádrž Vír II, průběžná vodní elektrárna Vír II (*obr. 1*).

Účel tehdejšího vodního díla byl deklarován ve výměrech bývalého Zemského národního výboru v Brně z 14. 5. 1946 a 9. 9. 1948 takto:

- zachytit velké vody a snížit povodně na řece Svratce od obce Vír až po ústí řeky Svratky do Dyje,
- nalepšit nízké vodní odtoky v řece Svratce, umožnit zavlažování zemědělských pozemků, zejména luk a popřípadě zásobit vodou brněnskou odbočku průplavu dunajsko-oderského,
- využít vodní sílu pro výrobu elektrické energie ve špičkové vodní elektrárně pod přehradní zdí a v průtočné vodní elektrárně pod vyrovnávací nádrží pro oblast Západomoravských elektráren, n. p., v Brně,
- umožnit rekreaci v trati nad i pod přehradou,
- zlepšit využití vodní síly u vodních děl ležících na Svratce pod přehradou,
- zajistit potřebnou vodu pro provoz textilního závodu ve Víru.

Už v roce 1959 byl však na základě rozhodnutí Krajského národního výboru v Brně povolen odběr vody

