

Výstavba a provoz nové laboratoře Ústavu vodních staveb

Michal Žoužela¹

V roce 1999 bylo rozhodnuto o prodeji areálu pod přehradou v Brně-Kníničkách, který byl využíván pro výzkumné účely Ústavem vodohospodářského výzkumu (současná Laboratoř vodohospodářského výzkumu Ústavu vodních staveb). Část technologického vybavení odprodáného areálu byla během roku 2003 přesunuta do nové laboratoře bývalého objektu dynamometru do areálu FAST na ulici Veveří. Předkládaný článek popisuje průběh projekčních a stavebních prací včetně komplexního popisu stavebně technického a technologického řešení nové laboratoře.

klíčová slova česky: výzkum, laboratoř, technologie

The article describes deals with projection and structure works of new laboratory of Water Structures Institute. The technical and technological solution is described.

klíčová slova anglicky: research, laboratory, technology

1. Úvod

V roce 1999 bylo rozhodnuto a prodeji areálu pod přehradou v Brně-Kníničkách. Tento areál sloužil k realizaci hydraulického a aerodynamického modelování v oblasti problematiky navrhování a posuzování konstrukcí hydrotechnických a hydroenergetických staveb. V rámci integrace pracovníků Ústavu vodohospodářského výzkumu, kteří v lokalitě po přehradou působili, do kolektivu Ústavu vodních staveb, vznikla současně potřeba zachovat z původního vybavení nejdůležitější technologické součásti systému. Proto bylo rozhodnuto, že část tohoto technologického vybavení rušené laboratoře bude přesunuta do areálu Fakulty stavební na ulici Veveří-Žižkova.

Tab 1. Přehled parametrů hydraulických měrných žlabu umístěných v areálu pod Brněnskou přehradou v Kníničkách

Označení žlabu (bráno dle šířky)	šířka x délka x hloubka [cm] / rozsah nastavení sklonů [%]	maximální kapacita / obvyklé využití
240	240 x 1500 x 90 / 0 ÷ 10	300 l/s / modely velkých hydrotechnických celků, korytotvorné procesy vodních toků, šíření povrchových vln v zátopě, hydrodynamické účinky proudu na plavidla
100	100 x 1500 x 90 / 0 ÷ 10	160 l/s / modelování funkčních objektů vodních děl, kalibračně verifikační měření metodami rychlostního pole, modelové zkoušky měrných vestaveb
80	80 x 1250 x 120 / nesklopný	objektové modelování funkčních objektů vodních děl
40	40 x 1250 x 50 / -1 ÷ 7	50 l/s / modelování funkčních objektů vodních děl, kalibračně verifikační měření metodami rychlostního pole, modelové zkoušky měrných vestaveb, kalibrace a posuzování způsobilosti měrných systému, metrologická činnost.

¹ Ing. Michal Žoužela, Ústav vodních staveb Laboratoř vodohospodářského výzkumu, Fakulta stavební VUT v Brně, Veveří 95, 662 37 Brno, Česká republika, tel. 54114 7286, fax. 54114 7288, e-mail: zouzela.m@fce.vutbr.cz, www.LVV.cz

Pro dokreslení představy čtenáře uveďme stručný přehled původního technologického vybavení zrušeného areálu. Areál byl rozčleněn do několik hal. Při pomnutí zařízení sloužícího pro aerodynamické modelování, které bylo přesunuto do prostor rekonstruované původní laboratoře na ulici Veveří (budova B), byl areál vybaven mimo jiné především čtyřmi prosklenými žlaby. Přehled základních parametrů těchto žlabů je uveden v tabulce 1.

Původním záměrem pracovníků laboratoře bylo přesunout z Kníniček žlab 240, 100 a 40. Současně byly vytipovány celkem tři lokality v areálu Fakulty stavební, kde by případně mohla být zkušebna umístěna. Nakonec byla vybrána budova bývalého dynamometru (budova F), objektu sloužícího dříve k výzkumu a zkoušení leteckých motorů. Již z prvních dispozičních návrhů a technickoekonomických studií vyplynulo, že v případě přesunu žlabů do této budovy bude třeba rozhodnout, které dva ze tří uvedených žlabů budou převezeny. Budova nebyla dostatečně velká na instalaci a bezproblémové užívání všech tří sklopných žlabů. Po dlouhých diskusích a pečlivém zvážení bylo rozhodnuto, že budou přemístěny žlaby 240 a 40.

2. Popis stavu objektu „F“ před rekonstrukcí

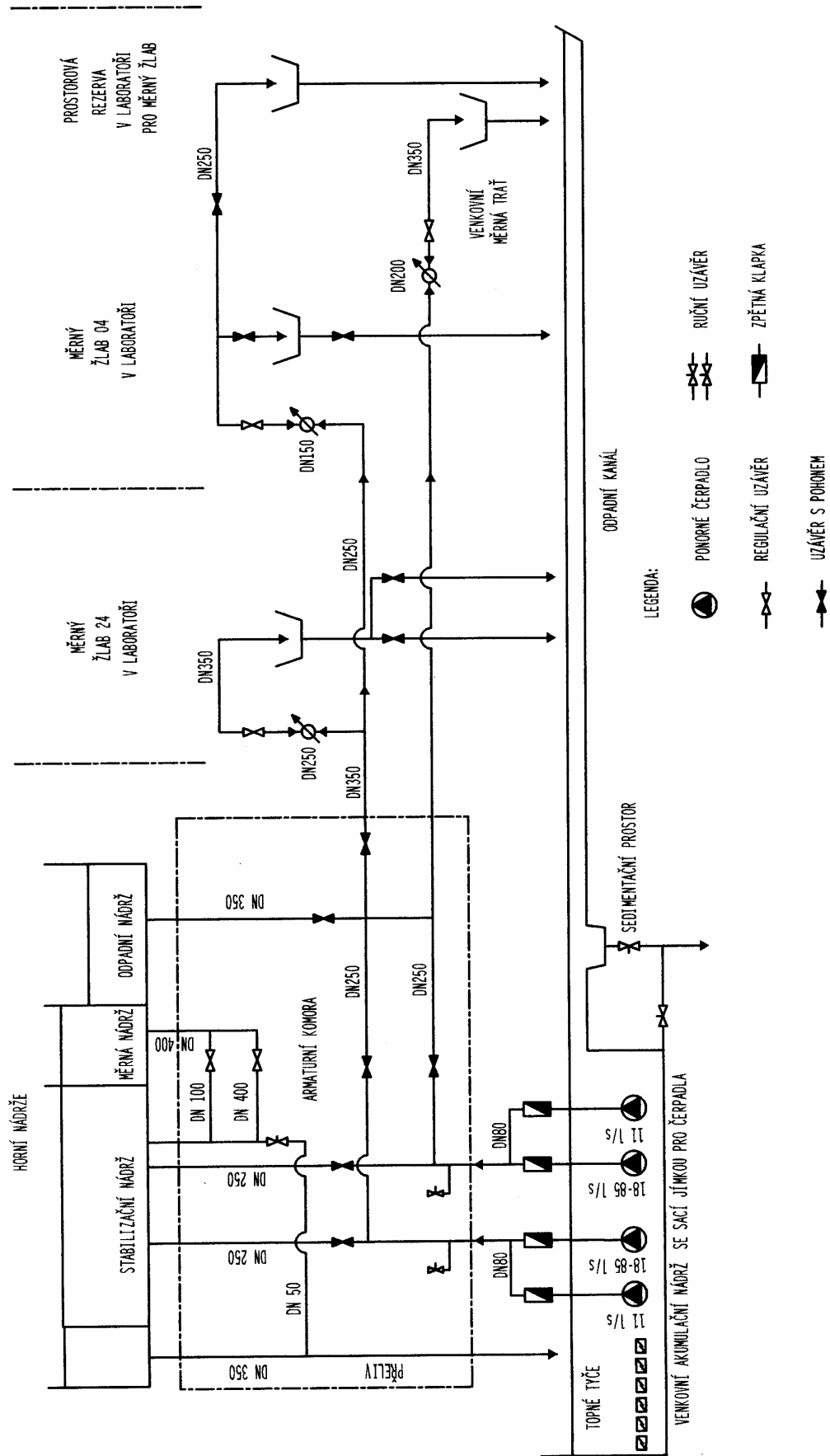
Budova (Obr 1.), která byla v posledních letech využívána pro strojní a zámečnickou výrobu, se skládá celkem ze čtyř od sebe dilatovaných celků. Hlavní dvě haly rozměrů 5,5 m x 16,0 m



Obr 1. Pohled na budovu F před rekonstrukcí

jsou svými rozměry i konstrukčním uspořádáním vhodné pro umístění měrných tratí (žlabů). Na jednu z těchto hal navazuje další objekt identických šířkových rozměrů. Čtvrtým objektem, který sloužil pro administrativní, hospodářskou a částečně strojní činnost, je dvoutraktová dvoupodlažní budova se sníženou úrovní přízemí -1,200 m oproti halovým objektům. V budově bylo sociální zařízení v neutěšeném stavu. Nad tímto objektem a částečně i nad jedním z halových objektů se nacházela původní tlumicí komora, která sloužila k dynamometrickým zkouškám.

TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA HYDRAULICKÉ LABORATOŘE ÚSTAVU VODNÍCH STAVEB FAST VUT BRNO



Obr. 2. Schéma technologie laboratoře

3. Technologická část navrhované laboratoře

Celková koncepce laboratoře je založena na recirkulačním systému, který umožňuje pomocí v objektu vhodně prostorově situovaných nádrží, rozvodných potrubí, armatur a čerpadel vhodně využívat vodu. Celková průtočná kapacita systému byla požadována minimálně hodnotou 150 l/s. První zkoušky při komplexním vyzkoušení laboratoře ukázaly, že tato kapacita bude bezpečně zajištěna. Pomocí čtyř čerpadel bude možné dosáhnout zaručené kapacity přes 200 l/s.

Ovládání hydraulického okruhu probíhá za pomoci řídicího počítače a regulačních prvků umístěných v armaturní komoře.



Obr 3. Pohled na třetinu žlabu 240 před transportem z Kníniček

Návrh okruhu je koncipován tak, že umožňuje provádět veškerá měření s navázáním na měřidlo vyšší přesnosti (měrný přeliv) či úředně ověřené a dle platných zásad osazené magneticko-indukční průtokoměry.

Současně systém umožní i provoz všech měrných tratí v tlakovém režimu, přičemž měření průtoku je pak realizovatelné pouze magneticko-indukčními průtokoměry.

Laboratoř je vybavena celkem čtyřmi měrnými tratěmi. Dvě z nich jsou využity pro dva z Kníniček převezené žlaby, na další měrnou trať je možné se připojit přímo v laboratoři a poslední čtvrtá je určena pro měření na venkovních modelech. Připojení na tuto trať je realizovatelné z vnější strany objektu.

V následujícím textu budou popsány nejdůležitější prvky celého technologického systému laboratoře, tak jak je zobrazen na obrázku 2. Současně budou vysvětleny i specifické problémy související s projektovou přípravou výstavbou a provozem jednotlivých prvků systému.



Obr 4. Pohled na žlab 240 - konečné řešení



Obr 5. Pohled na žlab 40 - konečné řešení, vedle prostor pro další měrnou trať

3.1 Měrné žlaby

Jak bylo uvedeno v předešlé kapitole, bylo rozhodnuto, že ze zrušeného areálu v Kníničkách budou přepraveny a do nové laboratoře osazeny celkem dva žlaby. Jedná se o žlaby prosklené, sklopné. Žlab šířky 0,4 m (dále jen žlab 40) a celkové délce 12,5 m a žlab šířky 2,4 m (dále jen žlab 240) v délce 15,5 m. Tyto žlaby budou osazeny do dvou halových traktů „dynamometru“ (obr 4.).

oučasně s projektovou přípravou nové laboratoře bylo třeba promyslet, jakým způsobem bude stěhování žlabů realizováno. Od počátku bylo jasné, že bude muset dojít k demontáži všech skel, která by převoz nevydržela, a která budou po opětovném osazení žlabů nahrazena novými. Po několika místních prohlídkách, konzultacích se strojaři, technology a statiky bylo rozhodnuto, že před převozem bude nutné žlaby rozřezat (Obr 3.) na menší části a ty po převozu zpětně svařit. Vzhledem k prostorovým možnostem v okolí budoucí laboratoře a jednoduššího provozu a vlastního „zasunutí“ žlabu na určené místo, bylo rozhodnuto následovně. Žlab 240 bude rozřezán na tři kusy a do haly bude dopraven přes střechu jeřábem (prostorem výfukového komínu bývalého dynamometru). Žlab 40 bude rozřezán na polovinu a zasunut do prostoru vstupní haly laboratoře vraty. Nakonec tento malý žlab 40 rozřezán nebyl a na své místo byl zasunut v celku.

Oba dva žlaby (Obr 4. a 5.) byly osazeny do výškové úrovně, shodné s tou v jaké byly osazeny původně v Kníničkách, což především u žlabu 240 bylo při realizaci pod ním se nacházejícího provozního prostoru provázáno značnými problémy s odstraňováním základových bloků určených v minulosti pro kotvení zkoušených leteckých motorů.

3.2 Venkovní trať

Při návrhu bylo uvažováno i s umístěním hydraulických modelů na venkovních plochách a tedy i s možností jejich napojení na gravitační či tlakový systém laboratoře.

Napojení na tuto venkovní větev je realizováno prostupem potrubí přes keramickou fasádu, tak jak je zobrazeno na obrázku 6.



Obr 6. Pohled na konečný stav budovy po rekonstrukci, z boční strany prostup potrubí přes fasádu pro připojení venkovního modelu

Zaústění vody do odpadního systému laboratoře je realizováno dvěma způsoby. Nad akumulací nádrží je osazen odnímatelný poklop a vedle vstupních vrat v zemi je ukončeno potrubí DN 300 ústící do odpadního systému laboratoře, na které je možné případně napojit odpad z modelu.

3.3 Odpadní betonový kanál

Odpadní kanál od měrných tratí (žlabu 40, 240) je proveden kolmo na halové objekty v místě ukončení obou žlabů. Dále pokračuje pod armaturní komorou do akumulací nádrže. V odpadním kanále, v místě pod armaturní komorou, je provedeno lokální zahloubení takovým způsobem, který umožňuje sedimentaci částic (písek, hlinité příměsi) odnášených z měrných tratí.

3.4 Akumulační nádrž a sací jímka čerpadel

Akumulační nádrž slouží pro dostatečnou zásobu vody recirkulačního okruhu. Nádrž je umístěna v místě, kde se v minulosti nacházely nádrže pro zásobu leteckého benzínu. Toto řešení, oproti původní variantě kdy měla být nádrž umístěna v suterénu budovy, má zajistit snížení napětí v základové spáře objektu. Celková kapacita akumulací nádrže včetně zásoby



Obr 7. Pohled do armaturní komory, modře natřená nosná konstrukce horních nádrží

vody v odpadních žlabech je 80 m^3 . Tato zásoba dostatečně pokrývá všechny možné manipulace s vodou v rámci řízení celého systému.

Akumulační nádrž, která je pravoúhlého tvaru s bočním zaústěním odpadního kanálu, je z jedné třetiny své plochy zahloubena o 0,5 m níže. Je tak vytvořena sací jímka pro celkem čtyři čerpadla Flygt. Čerpadla jsou ponorná odstředivého typu, s tím že dvě malá o uvažované kapacitě $2 \times 11 \text{ l/s}$ jsou spouštěna „na přímo“ a dvě velká s návrhovými průtoky $2 \times 85 \text{ l/s}$ jsou řízena frekvenčními měniči.

Jelikož se akumulací nádrž nachází mimo objekt bylo, třeba zajistit, aby teplota vody a teplota v laboratoři byly co možná svými hodnotami nejbližší. Zabrání se tak problémům

s kondenzací vody na rozvodných potrubích a ostatních částech systému. K tomuto účelu bylo do prostoru akumulární nádrže nainstalováno celkem 6 topných tyčí o výkonu 24 kW. Toto řešení by mělo zajistit dostatečné temperování vody v systému. Pro snížení tepelných ztrát byl současně zateplen i strop nádrže.

3.5 Armaturní komora

Armaturní komora (Obr 7.) je umístěna v prvním nadzemním podlaží. V tomto prostoru jsou umístěny veškeré armatury, pomocí nichž je řízen provoz laboratoře. Dochází zde k rozdělování průtoků do jednotlivých tratí systému, je zde řízen proces gravitačního či tlakového využití měrných tratí.

Veškeré ovládací armatury uzavírací klapky a regulační šoupata jsou osazeny servopohony a řízeny dálkově z velínu. Je též možné ovládání místní z deblokačních skříní, které jsou umístěny v jejich blízkosti.

3.6 Stabilizační, měrná a odpadní nádrž

Tyto nádrže, které jsou užívány jen v režimu gravitačního provozu, jsou navrženy nad armaturní komoru do prostor bývalé tlumicí komory „dynamometru“. Funkcí stabilizační nádrže (Obr 8.) je ustálit proud odtékající do měrných tratí. K tomuto účelu je běžně užívána stabilizace



Obr 8. Pohled na horní stabilizační, měrnou a odpadní nádrž

pomocí dlouhé přelivné hrany, což je při malých odběrných množstvích vody, lišících se od kapacity čerpadla, značně provozně-technicky a finančně náročné. Velice dobrým řešením, se kterým je uvažováno, je stabilizace pomocí frekvenčního měniče ovládající čerpadla v návaznosti na poloze hladiny ve stabilizační nádrži a odebíraném průtoku. Současně však je možné užít i klasického způsobu - dlouhé přelivné hrany, ta zajistí stabilizaci odebíraného množství i při výpadku jednoho ze dvou frekvenčních měničů čerpadel. Přelivné stabilizační hrany jsou schopny bezpečně převést až 150 l/s.

Měrnou nádrž tvoří uklidňovací prostor a konstrukce ostrohranného Thomsonova měrného přelivu, který je dimenzován na maximální přepadové množství 220 l/s.

Odpadní nádrž zajišťuje „nerušený“ odtok do měrných tratí.

Všechny tři nádrže jsou provedeny z nerezového materiálu. Staticky je veškerá tíha od nádrží (asi 30 tun) přenášena speciální příhradovou konstrukcí do podloží. Tato konstrukce je od budovy oddílatována.

3.7 Rozvodná potrubí a armatury

Rozvodná potrubí a armatury zajišťují požadovanou tlakovou a průtočnou kapacitu hydraulického systému a možnost jeho účelného řízení. Veškerá rozvodná potrubí a armatury jsou provedeny v úpravě nepodléhající korozi. Jak bylo uvedeno výše, jsou uzavírací klapky a regulační šoupata osazeny servopohony, s tím že uzavírací časy jsou stanoveny takovým způsobem, aby nemohlo dojít k přímým rázům. Současně jsou tyto časy pro zajištění požadované regulační schopnosti šoupat zvoleny dostatečně dlouhé. Regulační schopnost byla stanovena na základě praktických požadavků a zkušeností pracovníků LVV. Obecně lze říci, že průtoky v celém rozsahu jsou zaručeně regulovatelné s citlivostí do 2 %. První testy v rámci zkušebního provozu však ukázaly, že v tlakovém režimu je citlivost regulace podstatně lepší, nepřesahující 1% požadovaného průtoku.

3.8 Velín

Velín je umístěn v prvním nadzemním podlaží vedle armaturní komory. Tato místnost je vybavena řídicím počítačem a řídicím systémem SIMATIC S7 - 300 napojeným na měřicí a řídicí okruhy laboratoře. Veškeré měnitelné parametry hydraulického okruhu jsou nastavitelné (mimo řídicí počítač) ještě ze dvou míst za pomoci parametrizačních panelů. Je samozřejmostí, že veškeré měřené parametry (hloubky, průtoky, teploty, tlaky) je možné ukládat a exportovat do formátů vhodných k dalšímu zpracování. Počítač je osazen současně i šestnáctikanálovou kartou pro sběr externích analogových signálů.

4. Závěr

Předkládaný článek shrnul poznatky z tříletého snažení pracovníků Laboratoře vodohospodářského výzkumu Fakulty stavební i rektorátu VUT v Brně o přesun bývalé zkušebny v Brně Kníničkách do areálu Fakulty stavební na ulici Veveří.

Tato laboratoř, která je svým zaměřením, využitím a technologickým vybavením ojedinělou stavbou v ČR i ve světě, by nevznikla bez pomoci a spolupráce řady firem. Projekt pro stavební povolení a výběr dodavatele stavby zpracovala firma Aquatis, a.s. Generálním dodavatelem stavby byla firma Kaláb, s. r. o., která za pomoci řady subdodavatelů (technologie, řízení a regulace) celkovým nákladem 19 mil. Kč. v průběhu bezmála pěti měsíců dokázala dílo zhotovit, předat a uvést do zkušebního provozu.

5. Literatura

ŽOUŽELA, M. 2001. Koncepční návrh a předběžná cenová kalkulace technologické části laboratoře Ústavu vodních staveb Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně (náhrady zkušeben areálu v Kníničkách), Ústav vodních staveb Laboratoř vodohospodářského výzkumu, Fakulta stavební VUT v Brně

ŽOUŽELA, M. 2002. Zadání technologické a stavební části laboratoře Ústavu vodních staveb Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně (náhrady zkušeben areálu v Kníničkách), Ústav vodních staveb Laboratoř vodohospodářského výzkumu, Fakulta stavební VUT v Brně

AQUATIS, A.S. 2002. Rekonstrukce objektu "F" - Laboratoř Ústavu vodních staveb. Projekt. Aquatis, a.s Brno.