

# Řídicí a informační systém v unikátním projektu čištění odpadní vody pro hlavní město Prahu

Tématem tohoto článku je charakteristika, vybrané realizační poznatky a odborné přínosy jednoho z nejrozsáhlejších automatizačních projektů, které byly v minulých třech letech na území České republiky realizovány. Tímto projektem byla dodávka kompletního řídicího a informačního systému (ŘIS) procesů čistírenské technologie Nové vodní linky (NVL) v Ústřední čistírně odpadních vod (ÚČOV) hlavního města Prahy. Součástí řešení ŘIS byla rovněž jeho integrace s víceúrovňovým řídicím systémem ÚČOV včetně potřebných komunikačních vazeb a zabezpečení spolehlivostních aspektů infrastrukturně citlivého provozu.

Technologická část projektu Nové vodní linky (obr. 1) se skládá z potřebných technologických zařízení „primárního okruhu“, jimiž jsou zajišťovány zejména všechny přečerpávací a sedimentační procesy a procesy dávkování chemických substancí pro srážení kalů a pro vlastní biologické a chemické čištění odpadní vody (obr. 2). Součástí NVL je dále technologie „sekundárního okruhu“, tedy např. vzduchotechnika budov, kalové odstředivky, dmychadla nebo rozvodny elektrické energie.

## Zadání projektu

Zadáním pro realizaci NVL bylo doplnit Stávající vodní linku (SVL), která se nachází v již existující části ÚČOV a která již přes padesát let zajišťuje čištění odpadní vody pro více než 1,4 milionu obyvatel hlavního města. Technologie SVL však nebyla schopná na odtoku vyčištěných odpadních vod v objemu  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  dosáhnout požadované hodnoty celkového dusíku nejvýše  $10 \text{ mg/l}$ . Kromě toho bylo nutné mechanickou část NVL tzv. hrubého předčištění při dešťových událostech dimenzovat na čištění dalších až  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  odpadních vod a ty po stanoveném snížení stupně znečištění vypouštět samostatně do vodního toku. Na NVL mělo tak nově být možné přivádět bez problémů přibližně polovinu odpadních vod z území hlavního města Prahy.

Těchto smělých cílů mělo být podle zadávacího projektu dosaženo kromě vlastní technologie také adekvátním řídicím a informačním systémem (ŘIS). Volba padla na řešení na bázi redundantního DCS (*Distributed Control System*) s pěti procesními stanicemi, rozsáhlým operátorským pracovištěm s projekční stěnou a real-time archivačním systémem.

## Příprava projektu a finální specifikace

Příprava projektu NVL začala již v roce 2003. O rozsahu a komplikovanosti celého projektu svědčí i to, že výběr dodavatele v mezinárodním výběrovém řízení byl ukončen teprve v roce 2017. Vítězem tendru na dodávku ŘIS se stala česká firma SIDAT. Ta

mj. v závěrečné fázi výběrového řízení ve spolupráci s investorem několikrát navrhla optimalizaci projektovaného řešení.

I přes relativně dlouhý průběh výběrového řízení pokračovaly v dalších měsících odborné diskuse s investorem a byly provedeny některé změny rozsahu i v pojetí řízení celé technologie NVL. Změny měly svůj původ jednak v možnostech přizpůsobení platformy Sima-

dvanáct hmotnostních průtokoměrů Sitrans FC Mass 2100/6000 Ex d, šestnáct ultrazvukových hladinoměrů, jedenáct teploměrů Sitrans T a jedenáct tlakoměrů Sitrans P. Průtokoměry jsou osazeny v různých světlostech potrubí – od 15 mm do 1,4 m.

Do řešení ŘIS se tento rozsah promítl celkovým počtem 80 obrazovek HMI, 3 500 pracovních objektů, 5 000 archivovaných analogových hodnot, 6 500 hardwarových I/O signálů a 6 000 komunikovaných signálů. Kromě hlavního řídicího systému Siemens Simatic PCS7 bylo navrženo a do provozu NVL posléze uvedeno ještě několik samostatných řídicích systémů kategorie PLC (*Programmable Logic Controller*) Siemens Simatic, které ovládají zařízení „sekundárního okruhu“.



Obr. 1. Letecký pohled na Novou vodní linku ÚČOV Praha

tic PCS7 od firmy Siemens, s jejímž využitím projekt koncepčně počítal, jednak v některých technických vylepšeních, která byla do projektu navržena jak zadavatelem, tak již vybraným dodavatelem, tj. firmou SIDAT.

Na tomto základě byla odsouhlasena finální zadávací specifikace projektu, která stanovovala rozsah a parametry řízené technologie a ovládací, komunikační a spolehlivostní funkce jejího řídicího a informačního systému.

## Mimořádný rozsah projektu

Z pohledu rozsahu technologické části NVL v cílové verzi zahrnuje projekt 145 magneticko-indukčních průtokoměrů pro vodárenství Siemens Sitrans F Mag 5100,

## Řízení prací na projektu

Cílový termín dokončení realizace NVL, kterým byl podzim 2018, zůstával i přes veškeré změny v projektech nezměněn. Výrazně se tak zkrátila maximálně možná průběžná doba realizace včetně oživení. Ta nakonec byla něco málo přes dvanáct měsíců.

Věnujme se teď diskusi o dvou výzvách, které z pohledu firmy SIDAT jakožto dodavatele ŘIS pro NVL realizace tohoto projektu představovala.

První výzvou bylo zvládnout management rozsáhlého automatizačního projektu, a to nejen z časově kritického termínového hlediska, ale navíc i v prostředí, kde kromě firmy SIDAT významnou roli hrály i další subjekty. Včasné a kvalitní plnění jejich úkolů ovliv-

ňovalo postup prací. Šlo zejména o koordinaci realizace prací elektro v řetězci projektové organizace – dodavatel elektro – SIDAT jako projektant hardwaru ŘIS – SIDAT jako dodavatel celého ŘIS. Tradicí v tomto oboru totiž je, že realizace řídicích a informačních systémů je z principu věci až na konci dodavatelského řetězce, což vede k tomu, že každý z dodavatelů si obvykle ukrojí kousíček z termínových rezerv a na posledního v dodavatelském řetězci takříkajíc „nezbyde“. Protože nebylo možné kalkulovat s tím, že by se cílový termín uvedení NVL do provozu mohl posunout, firma SIDAT důsledně již od počátku realizačních prací uplatňovala všechny možnosti krizového projektového řízení, situačního rozhodování a optimalizace realizačních procesů. Díky značnému úsilí všech zúčastněných stran se tak nakonec podařilo cílový termín dodržet.

### Náročné ověření funkčnosti a spolehlivosti systému

Druhou výzvou bylo navrhnout a před implementací do řídicího systému NVL ověřit funkčnost a spolehlivost některých prvků řešení, které byly v navrženém konceptu odsouhlaseny. Pro ilustraci zde zmiňme pět nejdůležitějších z nich.

V první řadě šlo o vyřešení typického problému současné doby: jakou softwarovou verzi řídicího systému použít, aby se z pohledu maximální stability běhu instalovaného systému vyhovělo požadavkům na kompatibilitu operačních systémů serverových a operačních stanic s run-time verzí DCS a aplikačních knihoven. V popisovaném případě šlo o posouzení volby verzí Siemens Simatic PCS7, Siemens Industrial Library a Siemens APL. Po společné analýze a konzultacích se společností Siemens se výsledná varianta standardního softwaru PCS7 ustálila na verzi 8.2.

### Komunikační vazby

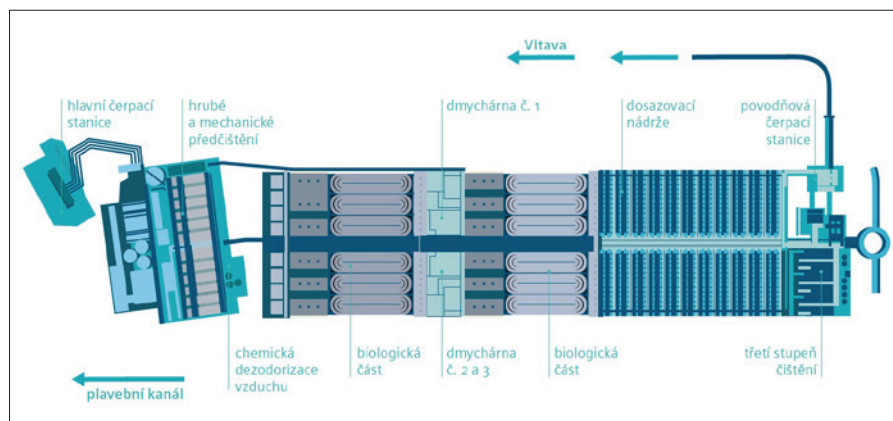
Druhý úkol představovalo dořešení konceptu komunikační vazby redundantního provedení všech pěti řídicích procesorů AS S7-410 tzv. nahoru, tj. na stranu serverů a operačních stanic, a tzv. dolů, do vlastních řízených technologických zařízení. Strana serverů a operačních stanic nakonec využívá standardní provedení redundantní komunikace Ethernet s kompletní infrastrukturou od firmy Siemens. Na straně připojení procesu bylo nutné řešit koexistenci několika různých typů zařízení s rozdílným provedením redundantního připojení. Ve výsledném konceptu jsou použity vstupně-výstupní moduly Siemens ET 200M propojené redundantním Profinetem, ostatní zařízení Profibus-DP jsou připojena prostřednictvím modulů Simens Y-link. Pro připojení zařízení Modbus jsou využity specializované sériové karty modulů ET 200M, zatímco nově dodaná

PLC S7-1500 pro externí zařízení jsou součástí sítě Ethernet.

### Vizualizace: výkladní skříň projektu

Třetí a z pohledu zadavatele velmi sledovaná část realizace celého ŘIS byla jeho centrální vizualizační úroveň. Rozhraní operačních PC a operačních panelů totiž vždy

ní úrovně i v tomto případě byl zvolen pokrokový přístup. Bylo navrženo zcela nové bezdrátové řešení na principu použití přenosných multifunkčních tabletů a webového klientu WinCC. Místo toho, aby se u každého zařízení instalovala skříňka pro lokální ovládání, pracovníci provozní obsluhy nebo údržby mohou jednotlivá zařízení ovládat po sejmutí jejich QR kódu přímo v provo-



Obr. 2. Jak funguje Nová vodní linka ÚČOV Praha: Odpadní vody z Prahy přitékají do hlavní čerpací stanice, odkud je voda čerpána na hrubé a mechanické předčištění. To se skládá ze šesti jednotek zařízení Densadeg 4D. Následuje biologická část, kterou tvoří dvě samostatné biologické linky. Každá z nich se skládá z jedné nádrže pro regeneraci aktivovaného kalu, dvou jednotek kaskádové aktivace a dvaceti podélných dosazovacích nádrží. Odtud voda odtéká na terciární stupeň čištění, kde jsou tři jednotky Densadeg 2D, a následně gravitačně nebo povodňovou čerpací stanicí odtéká vyčištěná voda do Vltavy

představují jakousi „výkladní skříň“ celého projektu. Zde zadavatel do určité míry uplatnil svoji vizi velínu budoucnosti, spočívající v použití několika klasických vícemontovaných operačních stanic v kombinaci s velkoplošným zobrazovacím panelem tvo-

zu na přenosném tabletu, který lze na většině míst areálu NVL připojit k ŘIS bezdrátově. Pomocí webového klientu WinCC, který je na přenosných tabletech rovněž k dispozici, mohou tito pracovníci také získat podrobné informace o stavu nebo historii daného technologického zařízení. Tablety slouží rovněž pro bezpečnou a spolehlivou komunikaci mezi obsluhou a velínem. Technologii je totiž možné ovládat též přímo, bez závislosti na vizualizačním systému. Toto ovládání však musí být vždy povoleno z velínu, aby si operátoři a obsluhy navzájem do prováděných úprav nezasahovali.



Obr. 3. Pohled na velín Nové vodní linky ÚČOV

řeným čtyřmi panely formátu 55". Ty společně se zobrazovací kamerového systému celému velínu vévodí (obr. 3).

### Bezdrátové ovládání technologických zařízení prostřednictvím tabletů

A čtvrtý prvek? Tím bylo komunikační rozhraní obsluhy a údržby lokálních nekritických technologických a provozních zařízení. Obdobně jako u centrální vizualizač-

Využití tabletů tak snižuje riziko chyb při obsluze, přináší zákazníkovi finanční úsporu a zvyšuje flexibilitu a efektivitu provozování. Podmínkou tohoto řešení je ale vybudování kvalitní sítě WiFi, která kompletně pokryje celou technologii s přepínáním sítě mezi WiFi routery při pohybu s tabletem. V projektu NVL byla otestována a následně použita síť WiFi Mesh od firmy Cisco, která zajistila kompletní rovnoměrné pokrytí prostoru technologických zařízení jednotnou sítí WiFi s požadovanou vlastností přepínání.

Místní ovládání z tabletů bylo výsledně vyvinuto a kompletně ověřeno ve firmě SIDAT. Je možné je využít i při řízení jiných infrastrukturálních, popř. i výrobních systémů s prostorově odlehými technologickými zařízeními (např. cementárny, úpravní vody apod.).

### Sběr a vyhodnocení provozních dat

Pátý prvek je reprezentován subsystémem sběru a vyhodnocení provozních dat. Významná provozní data jsou archivována systémem Siemens Process Historian, který je součástí celého řídicího systému Siemens PCS7. Historická archivovaná data jsou následně využívána k optimalizaci procesu řízení NVL a k monitorování dodržování velmi přísných požadavků na kvalitu vyčištěné vody. Výhodou tohoto archivačního produktu je možnost prohlížet historická data přímo prostřednictvím operátorských stanic WinCC, a to jak standardních, tak i webových, bez toho, že by bylo nutné na těchto stanicích instalovat pro prohlížení historických dat spe-

ciální aplikaci. Veškerá důležitá data z archivačního serveru SVL tak mohou přitom být dále také poskytována na centrální dispečinku Pražské vodárenské společnosti.

### Projektověřil schopnosti dodavatele

Návazně po ukončení původního rozsahu projektu v roce 2018 probíhaly v období 2019 až 2020 ještě práce menšího rozsahu, jejichž realizaci si na základě zkušeností s činností NVL v různých, původně nepředpokládaných provozních podmínkách zadavatel ještě dodatečně vyžádal.

Projekt RIS si za dobu jeho přípravy a realizace jenom ve firmě SIDAT vyžádal více než dvanáct člověkoroků inženýrské práce odvedené multiprofesním týmem, který v nejnáročnějších realizačních fázích tvořilo až patnáct vývojářů, testovacích a oživovacích specialistů, projektantů a programátorů.

Realizace projektu řídicího a informačního systému pro Novou vodní linku v ÚČOV v Praze je ukázkou toho, jakým požadavkům investora musí dodavatel takového rozsá-

lého řešení v současné době čelit. Od subjektu, který je ve výběrovém řízení jako dodavatel vybrán, se mj. očekává, že bude i v další fázi realizace svými náměty a návrhy přispívat k co nejvyšší technické úrovni díla a v heterogenním prostředí dalších dodavatelů a subdodavatelů vhodným managementem projektu podporovat investora v jeho snahách o dodržení cílových termínů dokončení. Velká část zkušeností z realizace tohoto projektu je přenositelná i do jiných projektů podobné náročnosti, resp. rozsahu.

### Závěrem

Pracovníci firmy SIDAT jsou hrdí na to, že využitím jejich špičkového know-how a realizačních zkušeností spolu s aplikací kvalitních produktů z ekosystému Siemens významně přispěli ke vzniku mimořádného vodohospodářského díla, které slouží hlavnímu městu Praze.

*Radim Novotný, Tomáš Novák,  
Miroslav Dub,  
SIDAT Praha*

## Hlavním tématem čtvrtého ročníku Energetické olympiády je změna klimatu

Na podzim letošního roku se bude konat již čtvrtý ročník Energetické olympiády, akce pro středoškolské studenty, na které se podílí také Fakulta elektrotechnická (FEL) ČVUT v Praze. Obě kola letos spojí téma klimatické změny a v rámci projektu se uskuteční také Energetická konference pro studenty i širokou veřejnost.

Do 6. října 2021 mají studenti středních škol a gymnázií možnost registrovat se k účasti na Energetické olympiádě. Školní kolo soutěže proběhne online 15. října 2021. Nejúspěšnějších 25 týmů postoupí do finálového kola, které se bude konat 4. až 5. listopadu 2021 na FEL ČVUT v Praze. Společným tématem obou kol olympiády je změna klimatu.

V případě nepříznivé epidemiologické situace se i finálové kolo uskuteční pouze online. Definitivní rozhodnutí padne na přelomu září a října.

„Jde o velmi aktuální problematiku, která má celosvětový dopad a jejímž důsledkům bude právě nastupující generace čelit. Víme, že mladí lidé nejsou k této otázce lhostejní, a chceme jim dát prostor k získání a sdílení relevantních informací,“ vysvětluje koordinátorka soutěže Adéla Holasová volbu tematického rámce.

Akce s názvem Energetická konference aneb veřejná debata o klimatických změnách se uskuteční 3. listopadu 2021 na FEL ČVUT v Praze. Součástí akce budou i přednášky odborníků z oboru klimatologie, ener-

getiky, vodohospodářství nebo dopravy a následná moderovaná plenární debata, během které budou mít studenti příležitost přednést své názory a podněty nebo pokládat přednášejícím dotazy. Konference je určena především studentům středních škol, otevřena ale bude po předchozí rezervaci zdarma i široké veřejnosti. Cílem akce je poskytnout zájemcům relevantní informace a zároveň vytvořit prostor pro diskusi.

Na vítězný tým čeká odměna ve výši 50 000 korun a studenti prvních tří nejúspěšnějších týmů si zajistí možnost dostat se na vysokou školu bez přijímacích zkoušek. Výherci se mohou těšit také na hodnotné ceny, které do soutěže věnují partneři projektu.

Pořadatelé očekávají ve srovnání s loňským ročníkem, který se z důvodu protiepidemických opatření konal kompletně pouze online, nárůst počtu přihlášených týmů. V třetím ročníku soupeřilo ve školním kole 258 týmů. Z výsledných prací 25 finálových týmů porotu nejvíce zaujala prezentace *Energofit – Fitness tracker pro vaši fakturu za energii*, kterou vytvořil tým X50!P%@AP[4PZX54(P^)7CC)7}\$EICAR. Vítěz-

ství si ve třetím ročníku připsali studenti Jan Černohorský a Šimon Šustek z Gymnázia J. S. Machara z Brandýsa nad Labem – Staré Boleslavi.

Akce vznikla ve spolupráci s Fakultou elektrotechnickou ČVUT v Praze. Generálním partnerem projektu je společnost ČEPS a záštitu převzalo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy.

Podrobné informace zájemci naleznou na <https://enol.cz>.

Fakulta elektrotechnická ČVUT vznikla v roce 1950. V současné době se skládá ze sedmnácti kateder, umístěných ve dvou budovách: v hlavním kampusu ČVUT v Dejvicích a v historické budově na Karlově náměstí. Fakulta poskytuje prvotřídní vzdělání v oborech elektrotechnika a informatika, elektronika, telekomunikace, automatické řízení, kybernetika a počítačové inženýrství. Dlouhodobě se řadí mezi prvních pět výzkumných institucí v České republice. Produkuje přibližně 30 % výzkumných výsledků celého ČVUT a má navázanou rozsáhlou vědeckou spolupráci se špičkovými světovými univerzitami i výzkumnými ústavami. Od roku 1950 vydala přibližně 30 000 diplomů, které byly vždy vysoce hodnoceny jako doklad prvotřídního vzdělání. Více informací je na [www.fel.cvut.cz](http://www.fel.cvut.cz). [Tisková zpráva FEL ČVUT, 10. září 2021.]

(ed)