

# **VaV PROJEKT: OPTIMALIZACE KOROZNÍCH JEVŮ V ROZVODECH A CHEMICKÁ STABILIZACE VOD CHLADÍCÍCH OKRUHŮ JE DUKOVANY**

## **R&D PROJECT: THE OPTIMALIZATION OF CORROSION PROCESSES IN THE SYSTEMS AND WATER CHEMISTRY STABILIZATION OF COOLING WATER SYSTEMS IN NPP DUKOVANY**

Alena Kobzová <sup>a)</sup>, Helena Číhalová <sup>a)</sup>, Tereza Šobová <sup>a)</sup>, Dalibor Kárník <sup>a)</sup>, Martin Skala <sup>b)</sup>, Pavel Kůs <sup>b)</sup> a Jakub Vyvadil <sup>c)</sup>

<sup>a)</sup> ÚJV Řež, a. s., Hlavní 130, Řež, 250 68 Husinec, tel.: +420 266 173 236, e-mail: Alena.Kobzova@ujv.cz

<sup>b)</sup> Centrum výzkumu Řež s.r.o.

<sup>c)</sup> Energoprojekt Praha – divize ÚJV Řež, a. s.

### **Abstrakt**

Cílem VaV projektu je analytické zpracování chemicko-technologických východisek pro dávkování činidel do doplňované přídavné vody, popř. do specifických míst propojených chladících okruhů na EDU za účelem snížení korozních jevů v potrubních rozvodech TVD a chemické stabilizace cirkulačních chladících vod, které umožní provozovat terciální okruh bez omezení v průběhu celého roku. Cílem tohoto příspěvku je shrnutí celého průběhu projektu a jeho výsledky.

### **Abstract**

The aim of this R&D project was an analytical treatment of chemical-technologist bases for agent sampling to open cooling water systems which is interconnected with essential service water systems in NPP Dukovany. The objectives are reduction of corrosion in piping of essential service water system and chemical stabilization of open cooling water system, which allow operating the open cooling water system without restriction during the whole year. This article describes the whole project and its results.

### **Úvod**

Realizace náplně projektu zahrnovala tvorbu technického konceptu úpravy chemického režimu okruhů technických vod důležitých (TVD) a cirkulačních chladících vod (CChV) včetně stanovení a zdůvodnění změn projektových podmínek, tj. zpracování dokumentace v úrovni Koncepční projekt zařízení EDU. V rámci řešení tohoto konceptu byly hodnoceny:

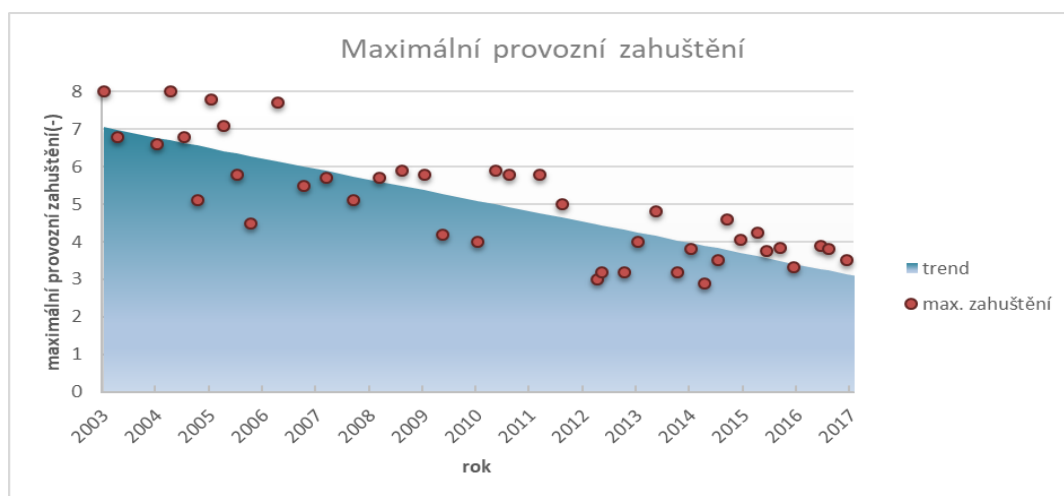
- Metody stabilizace CChV a jejich kombinace s možnostmi omezení mikrobiálního oživení v okruhu TVD včetně řešení možných dávkovacích činidel.
- Návrh dávkovacích a měřících míst včetně identifikace případných všeprofesních (tj. strojní, stavební, MaR a elektro) dopadů.
- Definování finálních požadavků na změnu chemického režimu včetně stanovení počátečních řídicích a mezních kritérií.

Dalším výstupem projektu tvorba dodatku k normativně technickému dokumentu pro řízení chemických režimů terciálního okruhu v EDU zohledňující finální optimální řešení.

### **Etapa 1: Zhodnocení metod stabilizace cirkulační chladící vody a hodnocení ekotoxicity přípravků [1]**

Vlivem hydrologických poměrů ve vodních dílech Mohelno a Dalešice, klimatického vývoje a odběrem surové vody pro cirkulační chladící okruh (CChO) dochází k zakonzertování rozpuštěných látek ve zdroji surové vody, a to má nepříznivý dopad na hodnotu maximálního provozního zahuštění CChO. Vývoj maximálního provozního zahuštění je uveden na obr. 1. Z kle-

sajícího trendu je patrné, že je třeba přistoupit k zavedení nového technologického kroku – stabilizovat CChV.



Obr. 1: Vývoj maximálního provozního zahuštění v letech 2003-2017 CChO na EDU

V rámci etapy 1 byla vypracována rešerše o možnostech stabilizace CChV. Teoreticky byly posouzeny dostupné a doporučované způsoby ošetření chladicí vody. Na základě rešerše, diskuze s dodavateli komerčních přípravků pro úpravu vody, složení odpadní vody byla vybrána metoda založená na snižování obsahu hydrogenuhličitanových aniontů – dávkování bezfosfátového stabilizátoru tvrdosti.

Používání komerčně dodávaného přípravku pro kondicionaci CChV na EDU musí předcházet povolení jeho užívání na Povodí Moravy. Podklady pro povolení používání takového přípravku musí obsahovat mj. výsledky testů ekotoxicity a hodnocení dopadu na daný vodní útvar. Nad rámec informací poskytnutých v bezpečnostních listech byl pro účely zhodnocení vlivu přípravků na životní prostředí v okolí EDU sestaven komplexní test skládající se z několika zkoušek. Jednotlivé zkoušky ekotoxicity byly voleny tak, aby co nejlépe postihly lokální situaci v okolí EDU – vodní tok Skryjský potok. Cílem komplexního testu ekotoxicity nebylo určit hodnoty jako LC50, EC50 nebo ErC50 ale posoudit, zda v koncentracích doporučených výrobcem nevykazují přípravky toxické vlastnosti. Testy ekotoxicity vybraných přípravků neprokázaly závadnost pro dané užití včetně testu inhibice pohyblivosti *Daphnia sp.*

Jedním z výstupů etapy bylo vytvoření podkladů pro potřeby vyjednávání zástupců EDU s Povodím Moravy.

## **Etapa 2: Návrh dávkovacích a měřících míst [2]**

Předmětem plnění etapy 2 bylo vypracování návrhu konkrétního použití doporučené metodiky v Etapě 1 na EDU, tj. určení vhodného místa pro dávkování chemikálií, vhodného místa pro odběr vzorků chladicí vody. Byla vytipována dvě možná místa dávkování – do surové vody a do chladicího okruhu. Doporučeno bylo dávkování do přídavné vody, které bude umístěno v objektu ÚCHV, odkud bude zaručena distribuce pro oba HVB. Dávkování se skládá z dávkovacích čerpadel a ze zásobních nádrží dávkovaného přípravku.

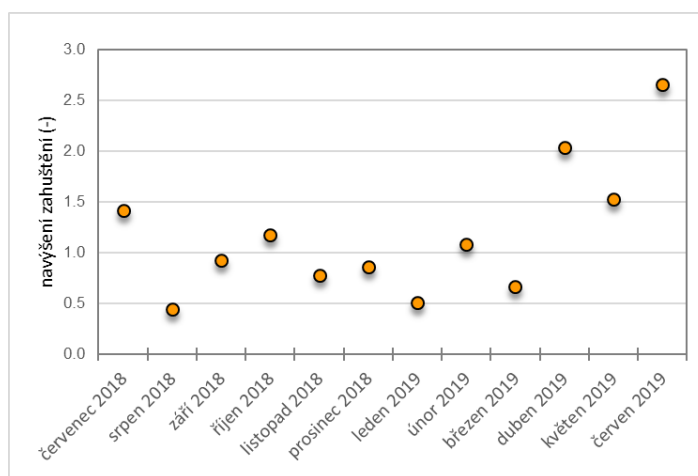
Odběrová místa z chladicí vody jsou doporučena umístit na výtlaku BQDV v objektu CČS I a II. Současně byly řešeny návaznosti na další profese jako je elektro, zajištění komunikace mezi dávkovací stanicí a analyzátozem či případné stavební úpravy.

## **Etapa 3: Ověření funkce činidel pro stabilizaci CChV [3]**

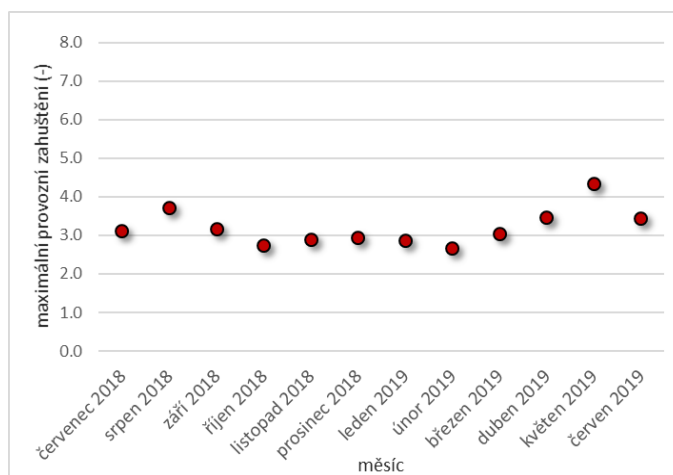
Vliv vybraného přípravku na SV používanou v EDU byl ověřen sadou zahušťovacích testů provedených od června 2018 do července 2019. Zahušťovací testy byly doplněny o podrobnou chemickou analýzu.

Na základě provozních parametrů a průměrného složení SV z roku 2017 byla dodavatelem určena doporučená dávka přípravku. V rámci Etapy 1 tohoto projektu byl každý měsíc od června 2018 do července 2019 proveden zahušťovací test s čerstvě odebranou SV a doporučenou dávkou kondicionačního činidla. Požadavkem bylo navýšit zahuštění dané vody o jeden stupeň. Na obr. 2 jsou výsledná navýšení zahuštění. Z tohoto výsledku vyplývá, že nelze spočítat doporučenou dávku, která bude splňovat požadavky během celého roku, protože kvalita SV se mění jak z hlediska krátkodobého v řádu měsíců (obr. 3), tak z hlediska dlouhodobého v řádu let (obr. 1). K dosažení požadovaného výsledku je tak nutné kvalitu SV pravidelně sledovat a přípravek dávkovat podle potřeby.

Podrobné chemické analýzy shodně prokázaly proměnlivost vstupní SV v průběhu roku. Dále také potvrdily, že přípravek má ze všech analyzovaných složek vliv pouze na koncentraci vápníku. Přípravek udržuje vápník v roztoku v rozpuštěné formě a tím zabraňuje vypadávání a usazování pevného uhličitanu vápenatého.



Obr. 2: Navýšení zahuštění po přidání doporučené dávky kondicionačního činidla



Obr. 3: Proměnlivost kvality SV z hlediska maximálního provozního zahuštění v průběhu jednoho roku

#### Etapa 4: Ověření dopadů dávkování na zařízení [4]

Kondicionační přípravek spolu se SV bude procházet systémem TVD. Tento systém zabezpečuje chlazení přístrojů a zařízení, která jsou důležitá z hlediska jaderné bezpečnosti. V rámci Etapy 4 tohoto projektu byl proveden expoziční test. Ten potvrdil, že vybraný přípravek nemá z korozního hlediska negativní vliv na žádný z materiálů použitých v systému TVD.

V době, kdy je přípravek dávkován do SV může dojít ke skokovému krátkodobému zakoncentrování přípravku v systému TVD. Expoziční test z Etapy 4 však prokázal, že přípravek nemá negativní vliv ani v případě jeho vyšší koncentrace.

Testovány byly následující materiály: uhlíková ocel 11 370, korozivzdorná ocel 08Ch18N10T a těsnicí materiál Novapress Univerzal SV100.

Jednalo se o statický test, kdy byly jednotlivé vzorky umístěny do kádinek s modelovou TVD, s modelovou TVD s přídatkem doporučené dávky kondicionačního činidla a s modelovou TVD s přídatkem dvojnásobné doporučené dávky kondicionačního činidla. Kádinky byly po celou dobu experimentu uchovávány v boxu při zvýšené teplotě (60 °C). Experiment trval 183 dní.

Po ukončení experimentu byla analýza korozních úbytků u vzorků uhlíkové oceli provedena gravimetricky. U oceli 08Ch18N10T byly pro experiment použity předepnuté vzorky (U-bend), které byly po experimentu analyzovány scanovacím elektronovým mikroskopem (SEM) a byla na nich provedena kapilární zkouška pro indikaci korozního praskání. Vzorky těsnicího materiálu byly analyzovány vizuálně.

## **Etapu 5: Vytvoření normativně technického dokumentu**

V závěrečné etapě byly shrnuty výsledky celého projektu v nově vytvořeném dodatku k technicko-normativnímu dokumentu pro řízení chemického režimu okruhu technických vod a okruhů chladících vod EDU. V rámci tohoto dodatku byla popsána vhodná řešení stabilizace CChV na EDU, určena dávkovací a měřicí místa, popsáno dávkování a měření přípravku v CChO a popsány veškeré skutečnosti potřebné pro implementaci dávkování na EDU.

## **Závěr**

V současné době je již schválené použití vybraného kondicionačního přípravku, jak Povořím Moravy, tak Odborem životního prostředí a zemědělství Krajského úřadu kraje Vysočina a probíhá finalizace zadávací dokumentace pro realizaci projektu, která by měla být dokončena do konce roku 2019. Na počátku roku 2020 by měla být započata realizace, jejíž dokončení je plánováno do konce června 2020.

## **Literatura**

- [1] Kobzová, A., Suchanová, H., Skala, M., Kůs, P. (2018): *Optimalizace korozních jevů v rozvodech a chemická stabilizace vod chladících okruhů EDU, Etapa 1: Zhodnocení metod stabilizace CChV a hodnocení ekotoxicity přípravků*. Technická zpráva, DITI2302/573, ÚJV Řež, a. s., Řež.
- [2] Vyvadil, J., Černý, P., Švarc, V. (2018): *Optimalizace korozních jevů v rozvodech a chemická stabilizace vod chladících okruhů EDU, Etapa 2: Určení vhodného místa pro dávkování a odběr CChV*. Technická zpráva, EGP 5071-F-180938, ÚJV Řež, a. s., Praha.
- [3] Číhalová, H., Kobzová, A., Kárník, D., Šobová, T. (2018): *Optimalizace korozních jevů v rozvodech a chemická stabilizace vod chladících okruhů EDU, Etapa 3: Ověření funkce činidel pro stabilizaci CChV*. Technická zpráva, DITI2302/625, ÚJV Řež, a. s., Řež.
- [4] Šobová, T., Kobzová, A., Kárník, D., Číhalová, H. (2018): *Optimalizace korozních jevů v rozvodech a chemická stabilizace vod chladících okruhů EDU, Etapa 4: Ověření dopadů dávkování na zařízení*. Technická zpráva, DITI2302/623, ÚJV Řež, a. s., Řež.