

## IAPWS Meeting Arnhem-Doorwerth, Nizozemsko, 6.9. – 11. 9. 2009.

Setkání organizoval Dr. André Zeijseink, pracovník organizace KEMA – *akronym pro Keuring van Elektrotechnische Materialen (Electrical Engineering Testing Company* -- (světové vedoucí autority v energetickém poradenství, testování a certifikaci, sídlící v Arnhemu, NL), který zastupuje Nizozemsko a zájmy své organizace v Mezinárodní asociaci pro vlastnosti vody a vodní páry. Výročního jednání se zúčastnilo kolem 60 vědeckých pracovníků a inženýrů ze 13 zemí. Národní zastoupení na pracovním jednání bylo následující: Anglie/Irsko 2, ČR 12, Dánsko 2, Japonsko 7, Kanada 2, Německo 7, Srbsko 1, Švýcarsko 3, USA 11, Holandsko 1, Rakousko 1, Rusko 2, Austrálie 1, plus 4 (z jiných zemí), nezúčastnili se zástupci Argentiny-Brazílie, Francie, Itálie a Řecka. Jednání probíhalo v Park Hotelu Golden Tulip Doorwerth, Kaeljauwallee 35, 6865 BL Doorwerth, Nizozemí.

Organizační výbor zajistil bezchybný průběh celé akce. Časový i věcný program EC a WG byly splněny v plném rozsahu. Velmi vysoce lze hodnotit kvalitu přednášek na semináři i referátů přednesených na jednáních pracovních skupin.

Delegace NC ČR se skládala z 13 účastníků, kteří pokryli jednání EC i všech pracovních skupin. Jejich účast na jednání byla umožněna díky projektu MŠMT ČR „Programy mezinárodní spolupráce“. Účastníci z ČR měli 13 referátů, řadu diskusních příspěvků a kuloárních jednání, týkajících se dalších prací či spoluprací. V pracovních skupinách byly předneseny tyto referáty/diskusní příspěvky členů a spolupracovníků CZ NC:

- Hrubý J.: Report on Assessment and Correlation of Nucleation of Water Droplets from Supersaturated Steam and Collaboration with Committee for Nucleation and Atmospheric Aerosols. (TPWS)
- Kalová J., Mareš R.: Data and Calculations for Density in Liquid Water. (TPWS)
- Kodl I, Nový A.: Backward function for Sublimation and Melting Curves based on Spline Technique. (TPWS)
- Šedlbauer J.: Establishing Recommended Data on Thermodynamic Properties of Hydration for Selected Solutes and Gases (Progress Report). (PCAS)
- Šedlbauer J.: Standard Molar Properties of Solutes. This work is nearing completion. (PCAS)
- Ehlerova J., Šedlbauer J.: Equilibrium Constants and Specification of Aqueous Transition Metal Chlorocomplexes over a wide Range of Temperature and Pressure. (PCAS)
- Ehlerová J.: Equilibrium Constants and Specification of Copper Chloride. (PCAS workshop)
- Sedlář M.: Numerical and Experimental Investigation of Cavitation in Water. (PCAS)
- Maršík F.: Cavitation in pure water and water solutions. (PCAS) a návrh ICRN
- Maršík F., Němec T., Lvov S.: Thermodynamic Analysis of the Efficiency of Membrane Electrolyte Assembly of Hydrogen Fuel Cells. (PCAS)/PCC)
- Jiríček I.: Degradation of Turbine Interior in a Plant with Phosphate Cycle Chemistry-a Case Study, diskusní příspěvek, na KEMA flash-disku není. (PCC)
- Šťastný M.: Discussion and proposal of draft ICRN #22: „Steam Chemistry in the Turbine Phase-transition Zone“. (PCC)
- Šťastný M., Šejna M.: Condensation of Water Steam with NaCl Impurity Flowing in a Nozzle and in a Turbine Cascade. (PCC).

Znění referátů je z převážné většiny je uvedeno na záznamu příslušné WG na USB Flash disku KEMA - IAPWS; k dispozici je v Sekretariátu CZ NC PWS nebo u jednotlivých účastníků jednání.

### Z jednání pracovních skupin (WG)

Podrobnosti zde nebudeme detailně probírat, jsou shrnuty v zápisech (Minutes) jednotlivých WG. Nejzávažnější body, podléhající schválení EC, jsou pak shrnuty v závěru.

**WG TPWS, IRS a SCSW:** jednání byla společná po celou dobu zasedání, zúčastnilo se ho ke 30 pracovníkům, zahrnovala i jednání Podvýboru pro mořskou vodu (SCSW). Část problematiky byla projednávána společně s WG PCAS. Prof. Kretzschmar a Mr Kunick demonstrovali přístup k password-protected website (OPAL) dokumentů a referátů na jednáních WG TPWS, IRS a SCSW. Byl doporučen společný návrh USA a ČR na mezinárodní spolupráci mladých pracovníků s názvem Termofyzikální vlastnosti podchlazené vody. Po projednání byly doporučeny k předložení EC čtyř Revised Releases (IAPWS Formulation 1995 termodynamických vlastností H<sub>2</sub>O, průmyslové formulace 1997, IAPWS-IF97-S04 a rovnice stavu 2006 pro H<sub>2</sub>O led Ih, a Supplementary Release on Computationally Efficient Thermodynamic Formulation for Liquid Water for Oceanographic Use). Šlo především o redakční a formální úpravy případně opravy tiskových chyb. Byl vyslechnut referát Prof. E. Vogla Zero-density Thermal Conductivity of Water Vapor, poukazující na rozdíly teoretických

výpočtů a měření a možný zdroj rozdílů. Poté následovala informace o stavu vývoje nové formulace tepelné vodivosti  $H_2O$ . Byl předložen ICRN (#24), vyzývající k novým měřením tepelné vodivosti  $H_2O$  za nízkých tlaků a při vysokých teplotách. Současně byla určena vyhodnocovací skupina pro tepelnou vodivost (Mareš, Hrubý, Miyagava a Ochkov). Prakticky celodenní jednání bylo věnováno mořské vodě. Předsedou SCSW je Dr. R. Feistel, místopředsedou Dr. M. Hiegemann. Výsledkem jednání bylo ustavení šesti úkolových skupin (TG) pro oceanografické standardy, průmyslovou formulaci, sledování salinity mořské vody, p-H hodnoty, transportní vlastnosti a požadavky průmyslu (chlazení a odsolování). Ve společném jednání s PCAS referovala D. Fuentevilla o V-L kritických bodech ve vodných elektrolytických systémech, převážně NaCl, za vysokých teplot a Prof. M. Nakahara o použití kyseliny mravenčí jako nosiče vodíku v energetice. V dalších jednáních bylo doporučeno, aby Ing. Hrubý, přes dosavadní neúspěch, pokračoval ve snaze vytvořit databázi a případně korelaci, týkající se nukleace v podchlazené vodě; vzhledem k významnosti tématiky by měl do 31.12. sestavit úkolovou skupinu. V části věnované ICRN bylo doporučeno, aby prošly ICRN (#15), týkající se metastabilní vody, vzhledem k praktickému významu v energetice, byl prodloužen do r. 2011. Stejně bylo naloženo i s ICRN (#14) humid gases a současně byla doporučena i jeho revize. Pak následovaly zprávy o dalších aktivitách WG. Podrobnosti zájemci naleznou v Minutes WG TPWS Attachment 4, str. 22-26, Minutes of SCSW jsou na str 31 a 32.

**WG PCAS:** podrobnosti zájemce naleznou v Minutes WG PCAS Attachment 6, str. 33-37. V rámci IAPWS International Collaboration doc. Šedlbauer referoval o ukončení projektu CAN-ČR Equilibrium Constants and Specification of Aqueous Transition Metal Chlorocomplexes over a wide Range of Temperature and Pressure. (PCAS Appendix D) Zpráva byla zaslána výkonnému sekretáři IAPWS. V bloku ICRN byly projednávány ICRN (#10) Řešitelé nebyli přítomni, předseda PCAS zjistí stav dotazem (projekt termínově prošel). ICRN (#13) – povrchové napětí - byl uzavřen, výsledky publikovány v Jour. Sol. Chem., závěrečné sdělení Prof. Maršíka je v Minutes PCAS, příloha B. ICRN (#17) – amines – je revidován společně s PCC. ICRN (#21) – ultrasupercritical plant chemistry, stav se bude zjišťovat. ICRN (#22) – nucleation in steam turbines – řeší PCC. Dále byly diskutovány ICRN (#20) Steam Chemistry in Turbine Phase Transition Zone, řešeno společně s PCC, ICRN (#21) Interfacial Situation in Advanced Ultra-supercritical Plants a ICRN (#25) Corrosion Mechanism in Presence of Contaminants in Steam/Water Circuits, Particularly in Boiler Water.

Ve směrech další činnosti byly pojednány následující témata: Kavitace – Prof. Maršík projevil zájem o pokračování a navrhl ICRN (Příloha A Minutes PCAS). Viskozitu a tepelnou vodivost mořské vody sleduje SCSW. Electrolyte thermodynamic modeling in multicomponent systems – Anderko navrhl studium modelů složitých elektrolytických systémů se zaměřením na aplikaci v hydrometalurgii a energetice. V oblasti Hydration properties Doc. Šedlbauer konstatoval, že guide lines budou uzavřeny v příštím roce. Aplikace v energetice diskutuje Prof. Nakahara s japonskými energetickými společnostmi. Oblast palivových článků, podle Prof. Maršíka, může být vhodným tématem výzkumu PCAS v budoucnu, právě tak jako redukce emisí  $CO_2$ . M. Sedlár seznámil přítomné s „Numerical and Experimental Investigation of Cavitation in Water.“

Níže zmíněná témata byla předmětem referátů na PCAS workshopu – J. Šedlbauer: „Standard Partial Molar Properties of Solutes“, M. Nakahara: „Formic Acid as a Chemical Tank for Hydrogen“, J. Ehlerová: „Equilibrium Constants and Specification of Aqueous Transition Metal Chlorocomplexes over a wide Range of temperature and Pressure“. Na PCAS a PCC Workshopu referovali: F. Maršík: „The Efficiency of the Coupled Electrode Membrane Processes“, S. Vidojkovicz: „Electrophoretic Mobility and Zeta Potentials of Magnetite at Temperatures Corresponding to Power Plant Conditions“, R. Svoboda: „Generator Water Chemistry - Behavior of Copper Oxide“, J. Ehlerová: „Equilibrium Constants and Specification of Copper Chloride“.

Na společném jednání TPWS, IR, PCAS, a SCSW byly předneseny následující referáty: A. Anderko: „Towards Models for Viscosity and Thermal Conductivity of Seawater- Model Fundamentals“, D. Fuentevilla: „Critical Locus of Salt Water“ a M. Nakahara: „A New Schema of Hydrogen Technology Based on Hydrothermal Chemistry of Formic Acid“. WG PCAS má následující úkolové skupiny: Hydrometalurgie, Hydrogen energy, EOS of Aq. NaCl, Selfdiffusion coefficients for  $H_2O$  and Viscosity coefficients for aq. Solutions. Samostatným bodem diskuse WG PCAS bylo řidnutí členské základny. Bylo konstatováno, že existence skupiny je žádoucí.

**WG PCC:** podrobnosti zájemce naleznou v Minutes WG PCC Attachment 7, str. 42-49. D. Lister informoval o dřívější mezinárodní spolupráci (hrazené z vlastních prostředků) na vzorkování páry, která byla rozšířena i o studii počítačová fluidní dynamika vzorkovacího zařízení. Pozornost byla věnována i ICRN #13, #19 a #20. Směrnice (Guideline) o přístrojovém vybavení pro sledování chemických dějů ve fosilních elektrárnách byla dokončena a cirkuluje k připomínkám. Obdobná směrnice pro jaderné elektrárny se připravuje. G. Bignold referoval o postupu aktualizace evropského standardu EN 12952. Výsledky diskuse o priority list jsou shrnuty v PCC Attachment B, str 50-53.

Referáty (8) na PCAS/PCC workshopu „Physical chemistry research needs for the power industry“ a referáty (9) na PCC workshopu „Update on Power Cycle Chemistry Research and Experience“ jsou v PCC Attachment C str.54. Na workshopu PCC byly předneseny tyto referáty: A. Minaev: „Prospective Using of Sea Water for Power Plants Equipment“, S. Uchida: „Instrumentation for Monitoring and Control of Water Chemistry for Nuclear Power Plants“, D. Lister, S. Piti., K. Daucik, R. Svoboda: „CFD Modelling of High-Temperature Sampling Systems“, K. Daucik: „Design of a steam sampling device“, G. Bignold: „What is the best advice on sample system flow rate?“, M. Šťastný: „Condensation of water steam with NaCl impurity flowing in a nozzle and in a turbine cascade“, M. Yoshida, K. Marugame, M. Miyajima and H. Takaku: „The Effect of Pre-filming on the Growth Behavior of Oxide Scales in High-temperature Steam“, S. Uchida: „Evaluation of Corrosion Damage of Structural Materials in NPP cooling systems by Coupling Analysis of Corrosion and Flow Dynamics - Flow acceleration and Liquid Droplet Impingement“ a D. Smetanin, P. Gotovtsev: „Artificial neural networks for water chemistry analysis“. Plné znění přednášek je k dispozici v pdf formátu v Sekretariátu CZ NC PWS a u účastníků IAPWS Meetingu na USB Flash disku KEMA-IAPWS. Dále byl vyslechnut Progress Reports on PCC činnosti 2008/2009, zrevidován Priority List a projednán stav ICRN spadajících do činnosti PCC.

### **IAPWS Collaborative Young Scientist Projects**

Ehlerová předložila závěrečnou zprávu „Equilibrium Constants and Specification of Aqueous Transition Metal Chlorocomplexes over a wide Range of temperature and Pressure“ k Young Scientists IAPWS Fellowship z r. 2008. Zadavateli a poradci byli Prof. P. R. Tremaine (Department of Chemistry and Bio-chemistry, University of Guelph, Ontario, Canada) a prof. J. Šedlbauer (Oddělení chemie, TU Liberec, 461 19 Liberec, ČR.) Zpráva je v příloze materiálů PCAS jako Appendix D.

V letošním roce byly předloženy 2 návrhy: Návrh z WG TPWS předložili společně za USA M. A. Anisimov (Inst. for Physical Sciences and Technology, Dept. of Chemical Engineering, University Maryland) a Prof. R. Mareš (Faculty of Mech. Engng, Dept. of Power System Engineering, ZČU, Plzeň, ČR). Kompletní popis úkolu je **příloze 9**. Návrhy z WG PCC „Improved sampling techniques“ (str.60-62) zatím nemá řešitele a bude projednán v příštím roce.

### **The IAPWS Symposium 2009“The Role of Water in Energy Transition”. (Úloha vody v přechodném stadiu energetiky)**

Symposium mělo dvě části, prvá se odehrávala ve Nederlands Watermuseum Arnhem, kterou zahájil Dr. A. Zeijseink úvodní přednáškou „General Introduction on Energy Transition“- How to combine innovation, common sense, affordability and sustainability?“, po které následovala prohlídka musea, shlédnutí filmu o problematice vody v Holandsku a prohlídka expozice. Výstava předkládá všechny aspekty o vodě, která je nezbytnou součástí lidského života s více než 50 interaktivními prezentacemi a venkovním dětským hřištěm. Ročně ji navštíví přes 35 tisíc návštěvníků.

V druhé části, která probíhala po obědě v budově Electrum, konferenčním centru organizace KEMA, následovaly tři soubory přednášek s názvy „Energy Transition in International Context“, „Specific Role of Water (Greener)“ a „Specific Role of Water (Cleaner)“. O problematice přechodu v Evropě a Japonsku referovali Prof. Dr. Ing. A. H. M. Verkooijen a Prof. Dr. Uchida. Prvý referát pojednal problematiku NL a EU, přičemž sází na úspory energie, změnu paliva a vývoj technologií, s cílem udržitelnosti stoupající spotřeby energie a zabezpečení dodávky, zatímco druhý jako nejvýznamnější zdroj považuje jadernou energetiku.

Druhý blok se zabýval koncentrovanou solární energií, „Blue Energy“, odsolováním pomocí membrán a „Energetickým ostrovem (Energy Island) o velikosti 10 x 6 km a rozdílem hladin až 40 m, který by sloužil k uložení elektrické energie, a měl další možnosti využití, jako LNG terminál, působiště chemického průmyslu, prostorem pro větrné farmy, pěstování vodní biomasy, jako rybí farma, přístav, turistické a rekreační centrum s ubytováním a zemědělství. Dost odvážný projekt.

Třetí blok zahrnoval TOP-HAT cycle (zvýšení účinnosti přes 60 % snížením kompresorové práce vstřikováním vody a předehříváním paliva), Water recovery from flue gases (možnosti zpětného získávání vody ze spalin) a Coal Gasification (zplynování uhlí).

Sborník přednášek nebyl vydán, ale přednášky jsou k dispozici v pdf formátu v Sekretariátu CZ NC PWS a u účastníků IAPWS meetingu.

### **Stručně z jednání Výkonného výboru (EC)**

Jednání Výkonného výboru, které mělo 17 hlavních položek s dalšími podbody, vedl president IAPWS Dr. D.G. Friend společně se sekretářem IAPWS. Podrobnosti jednání jsou obsaženy v zápisu (Minutes), který je zveřejněn v elektronické formě na webové stránce IAPWS [www.iapws.org/mtg2009]. Zde uvádíme jen některé závažné body mimo procedurální záležitosti.

- Předsedové přítomných NC předali zprávy o činnosti svých NC (celkem 7 zemí) za období VIII/2008 – VIII/2009 sekretáři IAPWS a předsedům NC. Zprávy o činnosti NC jsou k nahlédnutí u sekretáře CZ NC PWS nebo na [www.iapws.org](http://www.iapws.org) (Attachment 11-17). Jednání se nezúčastnili zástupci NC Argentina-Brazílie, Francie, Itálie a Řecka.
- Ruský NC informoval o vydání knihy Valyashko V.M. (editor): Hydrothermal properties of materials- Experimental data on aqueous phase equilibria and solution properties at elevated temperatures and pressures. John Wiley & Sons, Ltd. 2008.
- EC projednalo a schválilo: doporučené úpravy WG TPWS v Revised Releases“ (jednalo se o zpřesnění nebo ediční změny), navržené změny ve členství.
- Bylo schváleno ustavení 7 TG SCSW.
- Zabýval se ICRN, které lze shrnout takto: Prošlý ICRN (#10) pro nepřítomnost zadavatele bude projednán příště, ICRN (#13) „Povrchové napětí“ byl uzavřen, výsledky jsou publikovány v Jour. Sol. Chem., závěrečné prohlášení prof. Maršika je v Minutes PCAS, Attachment B. Vzhledem k praktickému významu bylo doporučeno revidovat a prodloužit do r. 2011 prošlé ICRN (#15), pojednávající o metastabilní vodě, a ICRN (#14) „Vlhké plyny“. ICRN (#17) „Amines“ je v revizi, ICRN (#20) „Steam Chemistry in Turbine Phase Transition Zone“ řeší společně PCAS a PCC, stav ICRN (#21) „Ultrasupercritical plant chemistry“ – pro nepřítomnost zadavatele nebyl komentován. ICRN (#22) „Nucleation in steam turbines“ je řešen v PCC, ICRN (#25) „Corrosion Mechanism in Presence of Contaminants in Steam/Water Circuits, Particularly in Boiler Water“ probíhá. Nově byl přijat ICRN #24 „Thermal Conductivity of H<sub>2</sub>O at Low Pressures and High Temperatures“.
- Na návrh Evaluation Committee on International Collaboration byl schválen projekt CZ-CAN.
- Byla podána zpráva o finančním stavu IAPWS a navržen dopis pro Francouzský NC.
- Prof. Šafařík byl schválen do funkce auditora IAPWS.
- Bylo odsouhlaseno, že členské příspěvky pro příští rok zůstanou nezměněny.
- Příští výroční jednání IAPWS Meeting 2010, bude v Kanadě, datum a umístění bude oznámeno dodatečně, IAPWS Meeting 2011 bude v Plzni, ČR, podrobnosti budou včas oznámeny.

**Oficiální tisková zpráva** (Press Release) byla připravená Dr. Bellowsem, je v Minutes str. 63.

**Traditional IAPWS Dinner** se konal na zámku DOORWERTH, vzdáleném od hotelu 2 km, kam účastníci pro zvýšení tělesné zdatnosti odešli pěšky. Po uvítání a slavnostní večeři se ujal slova výkonný sekretář IAPWS dr. Barry Dooley, který se v úvodu zmínil, že mezi přítomnými je pracovník z ČR, dr. Šifner, který se od roku 1965 aktivně účastní na činnosti mezinárodního výzkumu a standardizaci vlastností vody a vodní páry, a dále dr. Levelt Sengers, která s IAPWS spolupracuje od roku 1968. Té současně blahopřál jménem Asociace k jejím 80. narozeninám, jež před nedávnem oslavila. Poté následovaly pozdravné adresy předsedů národních komitétů nebo představitelů zemí, účastnících se jednání. Po skončení, vzhledem k pokročilé noční době, byli účastníci zpět do hotelu odvezeni autobusy.

### **Hodnocení a závěry:**

Účast i činnost CZ NC v rámci IAPWS lze hodnotit jako přínosnou, o čemž svědčí jmenování prof. Mareše členem skupiny pro vývoj formulace tepelné vodivosti H<sub>2</sub>O, pověření dalších členů do testovacích skupin a udělení IAPWS grantu na společný projekt ČR a USA, který obdržela doktorandka RNDr. Jana Kalová.

Práce českých vědců v oboru vlastností vody a vodní páry jsou na mezinárodním poli příznivě hodnoceny, což svědčí o dobré úrovni českého badatelského výzkumu v této oblasti a o dobré reprezentaci české vědy v zahraničí.

Získané zkušenosti budou využity při řešení grantů GA AVČR č. IAA2 00760801 „Pulzující proudy pro řízení proudových polí“, projektu MŠMT č. 1M06631 „Materiály a komponenty pro ochranu životního prostředí“, GA ČR č.101/07/1612 „Vliv fyzikálních vlastností vody na nukleaci bublin a kavitační poškození čerpadel“, při řešení úkolů vyplývajících ze spolupráce s výzkumnými a výrobními institucemi v ČR, s pracovišti v zahraničí a při odborné výchově studentů a doktorandů.