

## **Technická zpráva – Funkční vzorek**

Autoři: Jiří Charvát, Petr Mazúr, Jaromír Pociďch

Název česky: Palivový článek a průtočný elektrolyzér AQDS-kyslík pro stacionární ukládání energie

Název anglicky: AQDS-oxygen fuel cell and flow electrolyser for stationary energy storage

Klíčová slova česky: Elektrolyzér, palivový článek, AQDS-kyslík

Klíčová slova anglicky: Electrolyser, fuel cell, AQDS-oxygen

### **Abstrakt česky:**

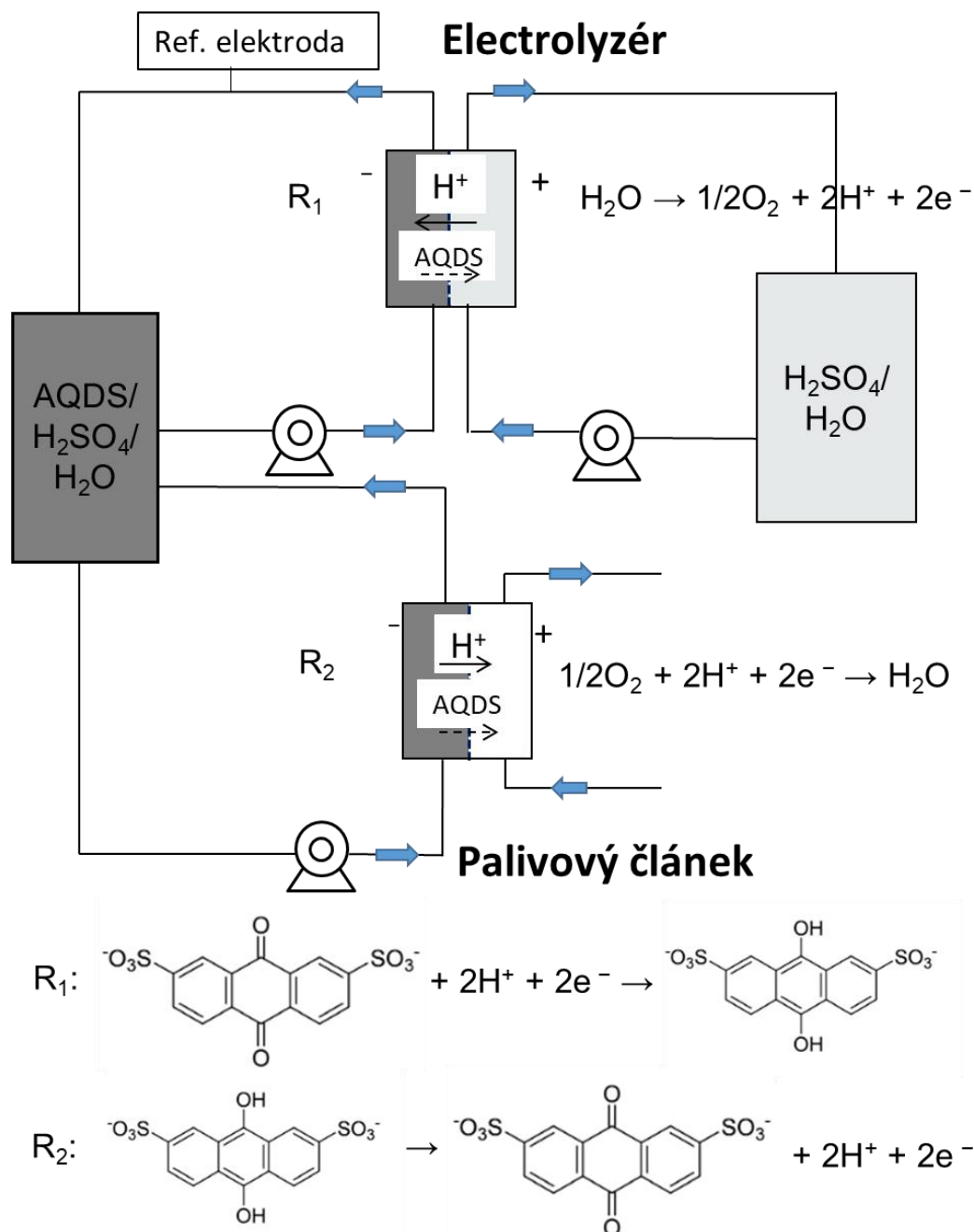
Prezentovaný funkční vzorek popisuje stacionární uložení na bázi AQDS, které se skládá z palivového článku a průtočného elektrolyzér AQDS-kyslík. Ve funkčním vzorku je popsána konstrukce obou zařízení a je popsáno fungování uložení energie za zvolených provozních podmínek.

### **Abstrakt anglicky:**

The presented functional specimen describes a stationary AQDS-based storage system consisting of an AQDS-oxygen fuel cell and a flow electrolyser. The functional specimen describes the construction of both devices and summarizes the overall behaviour of the energy storage system under the selected operational conditions.

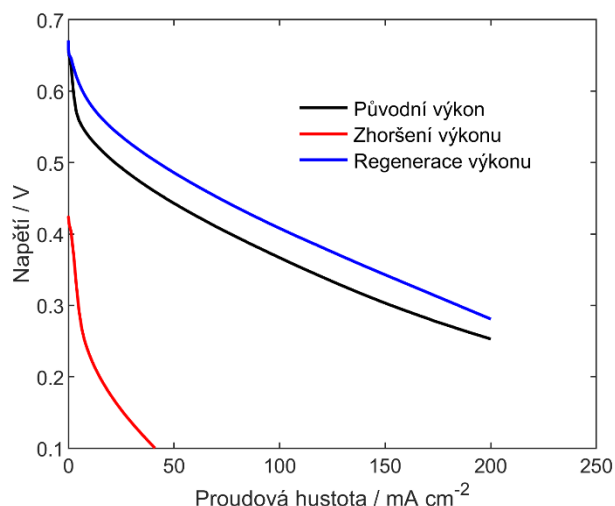
### **Popis funkčního vzorku:**

Stacionární uložení na bázi AQDS (disulfonovaný antrachinon) se skládá z palivového článku a průtočného elektrolyzér AQDS-kyslík. Schéma zapojení je ukázáno na Obrázku 1. Palivový článek se skládá z následujících komponent: hliníkové koncové desky, měděné proudové sběrače, ploché elastomerní těsnění, distribuční rámečky z polyvinylchloridu, iontově výměnná membrána F1050 (výrobce Fumatech) a kompozitní desky PPG 86 (výrobce Eisenhuth). Grafitová plstěná elektroda z polyakrylonitrilového prekurzoru (5 mm tlustá) funguje jako elektroda v záporném poločlánku obou zařízení, kde dochází k redukci (elektrolyzér) resp. oxidaci (palivový článek) iontů AQDS, viz Obrázek 1 (R1 a R2). V případě palivového článku je pro redukci vzdušného kyslíku v kladném poločlánku použita plynově difuzní elektroda na bázi uhlíkové tkaniny s katalytickou vrstvou s platinovým katalyzátorem o navážce  $0.5 \text{ mg cm}^{-2}$  (60 hm. % platinových nanočástic nanesených na nosiči z uhlíkových sazí, výrobce FuelCellsEtc). Do kompozitní desky kladného poločlánku je vyfrézováno serpentinové rozvodné pole (kanálky o průřezu  $1 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$  a šířce žebíků mezi jednotlivými kanálky 1 mm). Konstrukce elektrolyzér je velmi podobná konstrukci palivového článku, rozdílný je však materiál elektrody kladného poločlánku, kde je k vývoji kyslíku použita titanová elektroda (plochý plech a tahokov) potažená směsným oxidem iridia a tantalu (výrobce WG limited). Záporný elektrolyt na bázi AQDS od firmy Centrum organické chemie s.r.o. obsahuje  $0,8 \text{ mol dm}^{-3}$  AQDS,  $1 \text{ mol dm}^{-3}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Protielektrolyt elektrolyzér obsahuje  $2,8 \text{ mol dm}^{-3}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



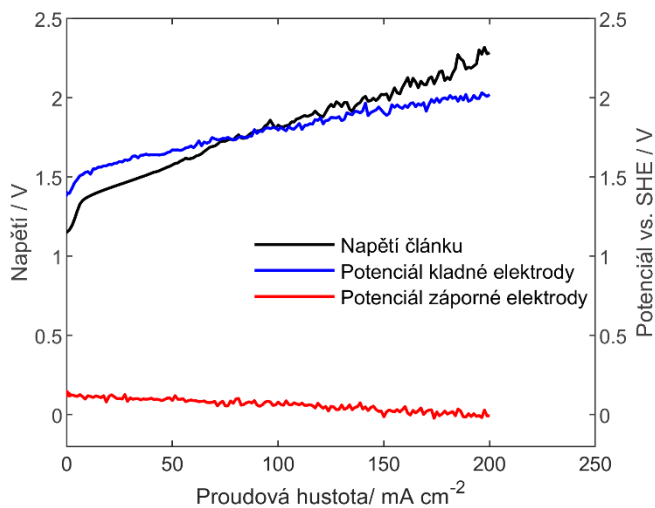
Obrázek 1: Schéma zapojení palivového článku AQDS-kyslík a průtočného elektrolyzéry AQDS-kyslík

Ukázalo se, že tento systém trpí postupným zhoršováním výkonu palivového článku, které je způsobené tím, že ionty AQDS procházejí přes membránu a váží se na povrch katalyzátoru vzduchové elektrody. Nicméně, tento pokles výkonu může být elektrochemicky regenerován, pokud v době, kdy palivový článek není v provozu (např. v průběhu nabíjení elektrolytu v elektrolyzérovi), je na něj aplikováno napětí okolo 1100 mV. Ukázka zhoršení výkonu palivového článku v důsledku provozu a jeho následná regenerace je ukázána na zátěžových křivkách (obr. 2).



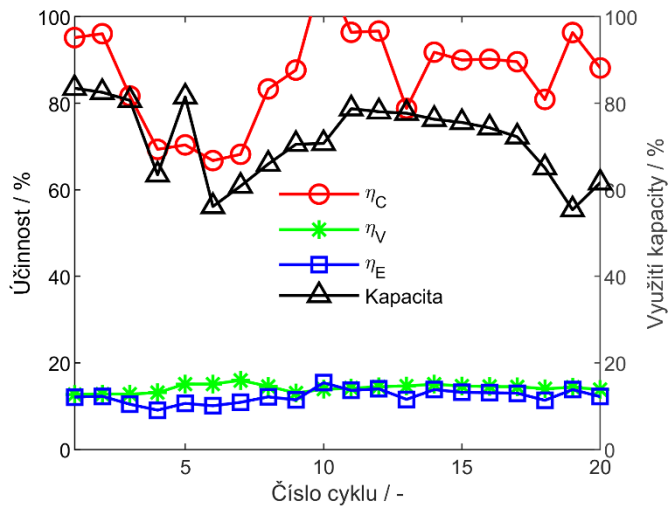
Obr. 2.: Zátěžové křivky palivového článku AQDS-kyslík (průtok vzduchu 200 ml/min, elektrolytu 40 ml/min a teplota 40 °C), výkon po zhoršení v důsledku cyklování a regenerace výkonu (napětí 1100 mV po dobu 9 minut)

Rozložení odporů v elektrolyzáru je ukázáno na obr. 3. Je zřejmé, že dominantní je polarizace kladné elektrody v důsledku významného aktivačního přepětí reakce vývoje kyslíku.



Obr. 3.: Zátěžové křivky elektrolyzáru AQDS-kyslík pro celý článek a jednotlivé elektrody (průtok vzduchu 200 ml/min, elektrolytu 40 ml/min a teplota 40 °C),

Jednotlivé účinnosti vyhodnocené ze simulovaného nabíjení a vybíjení systému při konstantní proudové hustotě nabíjení 150 mA cm<sup>-2</sup> a vybíjení 25 mA cm<sup>-2</sup> jsou shrnuty na obr. 4. Coulombická účinnost cyklu dosahuje 96 %, napěťová účinnost 13,5 %, z čehož plyne celková energetická účinnost 13 %. Během 20 cyklů pokleslo využití teoretické kapacity záporného elektrolytu z výchozí hodnoty 82 % na 60 %.



Obr. 4: Účinnosti a pokles kapacity během cyklování (hustota nabíjení  $150 \text{ mA cm}^{-2}$  a vybíjení  $25 \text{ mA cm}^{-2}$ , teplota  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , průtoku vzduchu  $200 \text{ ml/min}$  a průtoku elektrolytu  $40 \text{ ml/min}$ )

### Poděkování

„Tento funkční vzorek (TK02030001-V17) byl vytvořen se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu THÉTA, projekt TK02030001.“

T  
A  
  
Č  
R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu THÉTA.

[www.tacr.cz](http://www.tacr.cz)

*Výzkum užitečný pro společnost.*

Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt A1\_FCHI\_2021\_004 a A2\_FCHI\_2021\_015