

## TK05020094 – Harmonogram řešení projektu

Časový harmonogram jednotlivých etap a dílčích cílů je detailně popsán v následujícím Ganttově diagramu. Detailní popis jednotlivých činností je uveden níže. V diagramu je uveden subjekt odpovědný za dosažení cílů jednotlivých dílčích etap. Většina aktivit výzkumu a vývoje bude však probíhat v kooperaci obou partnerů

### Ganttův diagram projektu:

| Název etapy                         | Činnost   | Odpovědný subjekt | 2024 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2025 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------|---|-------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                     |   |                   | 02   | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 01 | 02   | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Metodika výpočtu kondenzační spalin | Definování základních parametrů SW                  | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Návrh metodiky výpočtu                              | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Vývojový diagram                                    | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Prvotní návrh zdrojového kódu                       | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Odladění funkčnosti SW a GUI                        | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Optimalizace SW na základě laboratorních testů      | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Odladění SW na základě testování prototypu          | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Testy na pilotním výměníku          | Návrh metodiky měření a koncepce výměníku           | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Konstrukční návrh výměníku                          | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Návrh systému MaR pro lab. výměník a jeho instalace | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Výroba a instalace zařízení                         | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Zkušební provoz                                     | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Experimentální měření pro zvolená nastavení         | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Vyhodnocení dat a zpracování výsledků               | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Prototypové zařízení                | Návrh technologického celku KSV +TČ                 | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Bilanční výpočty technologie                        | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Návrh kondenzačního spalinového výměníku            | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Návrh systému MaR                                   | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Výroba a instalace technologického celku            | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Pilotní provoz (PP)                                 | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Vyhodnocení PP a dílčí optimalizace technologie     | VUT               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                     | Dlouhodobý zkušební provoz a vyhodnocení            | PBS               |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Popis jednotlivých činností:**

|  |  |
|--|--|
| <b>Definování základních parametrů SW</b>                  | Budou definovány základní vstupní a výstupní parametry spalín i chladicího média společně s požadavky na výstupní parametry ať již počítanými nebo kontrolovanými v rámci dílčích výpočetních uzlů.  |
| <b>Návrh metodiky výpočtu</b>                              | Bude proveden podrobný průzkum dosud publikovaných rukopisů pro vyhledání optimálních výpočetních vztahů pro sestavení matematicko-fyzikálního modelu.   |
| <b>Vývojový diagram</b>                                    | Na základě literární rešerše bude sestaven výpočetní algoritmus pro stanovení požadovaných výstupních parametrů.   |
| <b>Prvotní návrh zdrojového kódu</b>                       | Bude sestaven zdrojový kód na základě vývojového diagramu v robustním provedení umožňující dílčí změny výpočetních algoritmů bez přímých důsledků na celý zdrojový kód.  |
| <b>Odladění funkčnosti SW a GUI</b>                        | Funkčnost softwaru bude odladěna mimo jiné na kontrolních výpočtech vycházejících z publikovaných použitých poloempirických vztahů. Současně bude vytvořeno přátelské uživatelské rozhraní.  |
| <b>Optimalizace SW na základě laboratorních testů</b>      | Na základě laboratorních experimentů bude ověřována přesnost výpočetního modelu, chybovost při mimonávrhových vztazích a jeho limity, což v přímém důsledku povede k jeho optimalizaci.  |
| <b>Odladění SW na základě testování prototypu</b>          | Díky dlouhodobým provozním datům z prototypového řízení bude možné porovnat a validovat výpočtový model a identifikovat míru korelace analytických vztahů, díky čemuž bude výpočetní nástroj přesnější.  |
| <b>Návrh metodiky měření a koncepce výměníku</b>           | Bude detailně zpracován požadavek na plánované experimenty a potřeby získávání provozních dat s ohledem na vývoj softwaru a na návrh prototypu. Na základě těchto požadavků bude zpracován koncepční návrh metodiky měření a výměníku, včetně požadavků na měřicí body a systém MaR.   |
| <b>Konstrukční návrh výměníku</b>                          | Bude realizován bilanční, tepelný a konstrukční návrh laboratorního kondenzačního výměníku pro instalaci za kotel na spalování tuhých alternativních paliv a biomasy. V rámci návrhu bude kladen důraz na volbu vhodného materiálu a osazení dostatečným počtem měřících bodů.   |
| <b>Návrh systému MaR pro lab. výměník a jeho instalace</b> | Bude zpracován systém MaR s využitím dostupných softwarových a hardwarových prostředků pro řízení celého experimentálního standu, ale zejména pro zápis měřených dat, systém bude navržen, vyroben a instalován. V průběhu měření lze očekávat potřebu optimalizace a úprav systému. Získané poznatky budou aplikovány do návrhu prototypové jednotky.   |
| <b>Výroba a instalace zařízení</b>                         | Na základě zpracovaného konstrukčního a materiálového řešení bude vyroben laboratorní kondenzační výměník za kotel o výkonu 100 kW a připojen do stávající spalínové trati v Laboratoři experimentálního spalování na FSI VUT v Brně.  |
| <b>Zkušební provoz</b>                                     | V první fázi bude spuštěn zkušební provoz technologie pro ověření funkčnosti všech komponent, uzlů a vzniklých technologických vazeb. Případně budou realizovány drobné úpravy zařízení.   |
| <b>Experimentální měření pro zvolená nastavení</b>         | V dlouhodobém horizontu budou realizována měření na laboratorní jednotce s několika cíli. Hlavním cílem je získat dostatečné poznatky o procesu kondenzace v závislosti na základních provozních parametrech, jak na straně spalín (teplota, průtok, složení, obsah TZL), tak na straně vody. Tyto poznatky pak využít jednak pro optimalizaci a vývoj výpočtového modelu a SW pro návrh výměníků. Dále bude laboratorní zařízení a získaná data využita pro ověření vstupů u návrhu prototypové jednotky. V rámci experimentů se pak budeme zabývat také chemickým rozбором kondenzátu, např. v závislosti na složení spalín. To je důležité pro následné nakládání s kondenzátem a možnosti regulace jeho složení. |
| <b>Vyhodnocení dat a zpracování výsledků</b>               | Obecně budou data z měření vyhodnocována průběžně, nicméně v průběhu měření budou realizovány dvě komplexnější zhodnocení a vyhodnocení naměřených dat s výstupem formou publikace.  |
| <b>Návrh technologického celku KSV +TČ</b>                 | Bude zpracováno detailní technologické schéma celého zařízení, budou definovány základní provozní bloky, jejich parametry a zapojení do celku.   |

|  |  |
|--|--|
| <b>Bilanční výpočty technologie</b>                    | Pro zpracované technologické schéma budou realizovány bilanční výpočty celé technologie, jejichž výstupem bude specifikace požadavků a výběr TČ a specifikace požadavků na kondenzátor.  |
| <b>Návrh kondenzačního spalínového výměníku</b>        | Bude realizován konstrukční návrh kondenzačního výměníku pro instalaci za kotel na spalování tuhých alternativních paliv a biomasy. V rámci návrhu bude kladen důraz na volbu vhodného materiálu a osazení dostatečným počtem měřících bodů.                           |
| <b>Návrh systému MaR</b>                               | Pro danou technologii bude zpracován systém MaR, který by měl být navržen, vyroben a instalován s využitím dostupných softwarových a hardwarových komponent. Pro prototypové zařízení, které bude umístěno v by-passu kouřovodu bude systém MaR realizován samostatně. |
| <b>Výroba a instalace technologického celku</b>        | Bude vyroben kondenzační výměník, pořízeno vybrané TČ a celá technologie bude osazena ve vybrané teplárenském zařízení. Výměník bude realizován na vedlejší spalínové trase s částí spalin.  |
| <b>Pilotní provoz (PP)</b>                             | V první fázi bude spuštěn zkušební provoz technologie pro ověření funkčnosti všech komponent, uzlů a vzniklých technologických vazeb. Případně budou realizovány drobné úpravy zařízení.   |
| <b>Vyhodnocení PP a dílčí optimalizace technologie</b> | Pilotní provoz technologie bude vyhodnocen, na základě poznatků a vyhodnocení budou případně realizovány drobné úpravy technologie pro optimalizaci provozu.   |
| <b>Dlouhodobý zkušební provoz a vyhodnocení</b>        | Následně bude realizován dlouhodobý testovací provoz celé technologie pro optimalizaci a ověření provozních a konstrukčních parametrů a pro ověření a optimalizaci SW.   |