

STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA PROJEKTU ZAHRANIČNÍ ROZVOJOVÉ SPOLUPRÁCE

1) Popis výchozího stavu

Příjemce, tj. ukrajinská protistrana, poskytne technické požadavky na návrh a zpracování dokumentace pro uvedená čerpadla:

- Čerpací jednotka pro proplachovací a napájecí systém prvního okruhu ATSN 60-1700 (TK21,22,23D02) jako náhrada za zastaralé čerpací jednotky CN 60-180U4,
- Čerpací agregát s boritou vodou ATSN 8-60 (TB30D01,02) jako náhrada zastaralých čerpacích agregátů X8/60-K-2G.

2) Definice cílové skupiny, které bude realizace projektu určena, a charakteristika dalších zainteresovaných stran

Dotčené cílové skupiny jsou Ukrajinské jaderné elektrárny s reaktory VVER-1000 a Vědecké a výzkumné expertní centrum pro atomové a energetické inženýrství, strojírenství a jaderné inženýrství Sumské státní univerzity.

3) Detailně a jasně formulovaný rozvojový záměr projektu (předpokládaný konečný přínos a efekt pro partnerský stát)

Konečný přínos projektu pro partnerský stát:

- dosažení maximální energetické účinnosti předmětných čerpadel, tj. úspora elektrické energie při provozu,
- výroba nových, energeticky účinných a spolehlivých čerpacích jednotek od ukrajinských výrobců a jejich dodávky pro dostavbu 3. a 4. bloku JE Chmelnyckyj a následná výměna zastaralých typů čerpadel s nedostatkem náhradních dílů na provozovaných energetických blocích Ukrajiny s reaktory VVER-1000.

4) Stručně definované cíle a výstupy projektu (způsob či postup jejich dosažení)

Vypracování souborů dokumentace pro čerpadlové agregáty se zvýšenou energetickou účinností a spolehlivostí pro dostavbu 3. a 4. bloku JE Chmelnyckyj a pro bloky JE VVER-1000. Jedná se o následující čerpadla:

- Čerpací jednotka pro proplachovací a napájecí systém prvního okruhu ATSN 60-1700 (TK21,22,23D02) jako náhrada za zastaralé čerpací jednotky CN 60-180U4,
- Čerpací agregát s boritou vodou ATSN 8-60 (TB30D01,02) jako náhrada zastaralých čerpacích agregátů X8/60-K-2G.

Dokumentace vypracovaná pro nová čerpadla v průběhu řešení:

Etapu 1

Vypracování technických požadavků (TP) na výrobu v souladu s požadavky SOU NAEC 077:2020 a programů a metodik (PM) přijímacích zkoušek v souladu s požadavky SOU NAEC 081:2021 a koncepčních návrhů čerpadlových agregátů. Obsahuje následující dokumentaci:

- Technické požadavky na výrobu čerpadlových agregátů (TP),
- Programy a metodiky přijímacích zkoušek čerpadlových agregátů (PM),
- Soubor výkresů čerpadlových agregátů v rozsahu koncepčních návrhů:
 - o montážní výkresy se specifikacemi,
 - o sestavné výkresy čerpadel se kusovníky,
 - o výkresy prvků průtočných částí čerpadel (oběžných kol a rozváděcích aparátů).

Dokumentace vytvořená na základě parametrických výpočtů, matematického modelování a optimalizace hydrodynamických procesů.

Etapu 2

Vypracování technické dokumentace čerpadlových agregátů v následujícím rozsahu v rámci technických projektů:

- Výpočty pevnosti a seismické odolnosti čerpacích jednotek (PP),
- Soubor výkresů čerpadlových agregátů zpřesněné podle výsledků výpočtů pevnosti a seismické odolnosti:
 - o montážní výkresy čerpacích jednotek se specifikacemi,
 - o montážní výkresy čerpadel se specifikacemi,
 - o výkresy se specifikacemi uzlů, sestavných jednotek a dílů agregátů.

Etapu 3

Vypracování výrobní konstrukční dokumentace čerpadlových agregátů:

- Pracovní výkresy sestav čerpacích jednotek se specifikacemi,
- Pracovní montážní výkresy čerpadel se specifikacemi,
- Pracovní výkresy se specifikacemi součástí, montážních jednotek a částí čerpadel a čerpacích jednotek,
- 3-D modely odlévaných dílů včetně prvků průtokových dílů čerpadel pro výrobu modelového zařízení,
- Tabulky kontroly kvality základního materiálu (TB1),
- Tabulky kontroly kvality svarových spojů (TB2),
- Výkresy kontrolních svarů pro následné uvedení do výroby svařovacích materiálů (KSSH),
- Výkresy kontrolních svarových spojů (KSS) pro kontrolu kvality svarových spojů destruktivními a nedestruktivními metodami.

5) Navrhovaný postup realizace projektu (jednotlivé kroky a metody, které zajistí dosažení výstupů a cílů projektu, popis dílčích realizačních etap)

- Analýza vstupních údajů a definování požadavků
 - o Získání relevantních technických údajů o existujících čerpacích jednotkách (výkresy, provozní parametry, diagnostické záznamy)
 - o Specifikace požadavků na nové návrhy v souladu s energetickou účinností a bezpečnostními normami

- o Definování výpočtových metod a softwarových nástrojů pro modelování hydrodynamických procesů, interakce rotor-stator a přenosu vibrací
- o Identifikace geometrických omezení vzhledem k existujícím instalacím a provozním podmínkám
- Návrh a matematické modelování průběhu hydrodynamických procesů
 - o Tvorba předběžných návrhů nových variant průtočných částí s využitím parametrických výpočtů
 - o Matematické modelování hydrodynamických procesů, zohledňující vliv různých konstrukčních řešení na energetickou účinnost a spolehlivost čerpadel
 - o Vyhodnocení výpočtových výsledků a výběr variant s nejlepší účinností a provozními vlastnostmi
 - o Vizualizace vybraných řešení pomocí 3D modelování v adekvátním formátu umožňujícím další zpracování
- Návrh konstrukčních řešení ložiskových jednotek, těsnění a spojek
 - o Vývoj nových konstrukčních schémat ložiskových jednotek, těsnění a spojek pro efektivní přenos točivého momentu
 - o Kontrola kompatibility nových konstrukčních řešení s existujícími montážními podmínkami
 - o Výpočtová analýza pevnosti a životnosti navrhovaných prvků
- Modelování dynamického chování rotor-stator systému
 - o Matematické modelování interakce rotor-stator s cílem vyhodnocení diagnostických funkcí a vibrační spolehlivosti čerpadel
 - o Simulace chování rotoru při různých provozních režimech, identifikace kritických stavů
 - o Modelování procesu přenosu vibrací v systémech rotor–těsnění–podpěry–skříň–základ, analýza vlivu upevnění skříně na kritické frekvence
 - o Návrh optimalizačních opatření ke zlepšení vibrační spolehlivosti
- Výpočty pevnosti, vibrací a seizmické odolnosti
 - o Výpočtová analýza kritických prvků čerpadel na mechanickou pevnost a únavovou odolnost
 - o Vibrační analýza – identifikace přirozených frekvencí a harmonických odezev při provozních podmínkách
 - o Seizmická odolnost – výpočty chování čerpacích jednotek při zemětřesení, návrh opatření ke snížení rizik
- Vypracování technických návrhů čerpacích jednotek
 - o Integrace výsledků předchozích analýz do podrobného technického návrhu
 - o Optimalizace konstrukce na základě výpočtů pevnosti, hydrodynamiky a vibrací
 - o Ověřování návrhů s ohledem na provozní podmínky a výrobní možnosti
- Vypracování konstrukční dokumentace programů a metod pro přejímací zkoušky čerpacích jednotek
 - o pracovní výkresy sestav čerpacích jednotek se specifikacemi,
 - o pracovní montážní výkresy čerpadel se specifikacemi,
 - o pracovní výkresy se specifikacemi součástí, montážních jednotek a částí čerpadel a čerpacích jednotek,
 - o 3-D modely odlévaných dílů včetně prvků průtokových dílů čerpadel pro výrobu modelového zařízení,
 - o tabulky kontroly kvality základního materiálu (TB1),
 - o tabulky kontroly kvality svarových spojů (TB2),
 - o výkresy kontrolních svarů pro následné uvedení do výroby svařovacích materiálů (KSSH),
 - o výkresy kontrolních svarových spojů (KSS) pro kontrolu kvality svarových spojů destruktivními a nedestruktivními metodami,
 - o vývoj programů a metod pro přejímací zkoušky čerpacích jednotek.

- 6) Personální zajištění realizace projektu (tj. složení realizačního týmu, role a kvalifikační předpoklady jednotlivých členů, jejich praktické zkušenosti, jazykové znalosti)

Seznam osob, které se budou podílet na plnění projektu:

- Specialista na proudění: XXX
- Specialista – výpočtář: XXX
- Specialista – výpočtář: XXX
- Statik – výpočtář / výpočty pevnosti: XXX
- Konstruktor 3D: XXX

Dodavatel zajistí zapojení specialistů, kteří mají přímé znalosti o technickém stavu a specifikách zařízení jaderných elektráren s reaktory VVER-1000, jakož i znalosti příslušných zákonů, norem, pravidel a standardů Ukrajiny v oblasti jaderné a radiační bezpečnosti, do všech stupňů zpracování technické dokumentace čerpacích zařízení v rámci projektu, aby byla zajištěna jeho vhodnost pro použití při výrobě zařízení pro výstavbu energetických bloků JE Chmelnyckyj a dalších bloků JE s reaktory VVER-1000 na Ukrajině. V této souvislosti budou dílčí výsledky zpracování technické dokumentace koordinovány s Vědecké a výzkumné expertní centrum pro atomové a energetické inženýrství, strojírenství a jaderné inženýrství Sumské státní univerzity, aby byla zajištěna jejich shoda s požadavky ukrajinské strany. Pro splnění výše uvedených požadavků má dodavatel zapojí do plnění technického úkolu další specialisty neuvedené výše, jakož i externí subdodavatele s odpovídajícími zkušenostmi a kvalifikací.

- 7) Faktory udržitelnosti výsledků projektu

Hlavní a klíčové faktory udržitelnosti výsledků projektu po vykonání:

- Finanční udržitelnost
 - o Dostupnost náhradních dílů pro provoz a údržbu dlouhodobě po ukončení projektu
 - o Udržitelný plán financování na delší období
- Technická udržitelnost
 - o Spolehlivost a životnost použitých technologií a náhradních dílů
 - o Dostupnost náhradních dílů a technické podpory
- Environmentální udržitelnost
 - o Minimální negativní dopad na životní prostředí použitím moderních technologií
 - o Možnost recyklace nebo ekologické likvidace použitých materiálů
 - o Energetická efektivita řešení
- Institucionální a organizační udržitelnost
 - o Stabilní řízení a administrativa pro pokračování projektu
 - o Podpora ze strany vedení a zainteresovaných stran
- Právní a regulační udržitelnost
 - o Soulad s platní legislativou a normami
 - o Možnost dlouhodobého fungování v rámci právních předpisů.
- Monitorování a hodnocení výsledků
 - o Systém zpětného vyhodnocování a optimalizace výsledků
 - o Indikátory výkonnosti pro sledování efektivity a účinnosti projektu

8) Analýza rizik a předpokladů

- **Vypracování podrobné technické dokumentace k čerpacím zařízením v chladicích okruzích JE VVER 1000**

- o Rizika:

- Nedostatek vstupních údajů – Neúplná nebo zastaralá dokumentace o existujících zařízeních může zkomplikovat proces vypracování nové dokumentace

- Nejasná legislativa a normy

- Omezený přístup k odborným kapacitám – Nedostatek kvalifikovaných odborníků na obou stranách může zpomalit proces

- Bezpečnostní situace na Ukrajině – Může znemožnit nebo zpozdít přístup k technickým údajům přímo na místě

- o Předpoklady:

- Dostupnost relevantních technických podkladů z existujících JE s reaktory VVER1000

- Spolupráce s ukrajinskými odborníky pro zohlednění specifických požadavků a potřeb

- Možnost využití existujících mezinárodních norem a standardů v oblasti jaderné bezpečnosti

- **Výpočty a modelování pro vypracování technické dokumentace**

- o Rizika:

- Neúplné vstupní údaje – Pokud nebudou dostupné přesné technické parametry zařízení, výpočty mohou být nepřesné

- Chyby v modelování

- Časová náročnost – Modelování a výpočty mohou trvat déle, než se původně plánovalo, zejména pokud se vyskytnou nečekané komplikace

- o Předpoklady:

- Dostupnost relevantního softwaru a výpočetních nástrojů

- Spolupráce s ukrajinskými výzkumnými kapacitami, které mají zkušenosti s danými zařízeními

- Možnost validace výpočtů porovnáním s existujícími daty a reálnými provozními parametry

- **Služební cesty na Ukrajinu**

- o Rizika

- Bezpečnostní situace – Pokud se zhorší geopolitická situace, cesta nebude možná

- Administrativní nebo jiné omezení – Mohou existovat překážky při organizaci cesty a získávání potřebných povolení

- Logistické problémy – Omezené dopravní možnosti nebo infrastrukturní problémy mohou ovlivnit plánovanou návštěvu

- o Předpoklady:

- Stabilizace bezpečnostní situace umožňující bezpečné cestování

- Dohoda s ukrajinskou stranou o logistické a administrativní podpoře při organizaci cesty

- Alternativní řešení v případě nemožnosti vycestovat (např. online konzultace, vzdálené získávání údajů)

Aby se minimalizoval dopad výše uvedených rizik během realizace doporučujeme:

- Stanovit krizový plán pro případ nečekaných situací (např. geopolitická rizika),
- Definovat alternativní postupy (např. možnost online konzultací místo fyzických cest),
- Zajistit flexibilitu harmonogramu pro řešení nečekaných technických problémů,
- Pravidelná komunikace s protistranou, aby se minimalizovala zpoždění.

- 9) Reálně a pravdivě sestavený celkový nákladový rozpočet projektu vč. nákladů uchazeče, strukturovaných podle jednotlivých jím financovaných aktivit, v případě spolufinancování z jeho strany

Viz. Příloha č.2.

- 10) Časový harmonogram aktivit projektu

Zhotovitel připravil předpokládaný harmonogram realizace projektu, avšak vzhledem k okolnostem (především ohledně geopolitické a aktuální bezpečnostní situace na Ukrajině) může být upraven:

Etapa 1: TP, PM, koncepční návrh

1. – 4. měsíc

- Technické požadavky na výrobu čerpadlových agregátů),
- Programy a metodiky přejímacích zkoušek čerpadlových agregátů,
- Soubor výkresů čerpadlových agregátů v rozsahu koncepčních návrhů:
 - montážní výkresy čerpacích jednotek se specifikacemi,
 - sestavné výkresy čerpadel se specifikacemi,
 - výkresy prvků průtočných částí čerpadel (oběžných kol a rozváděcích aparátů).

Etapa 2: Pevnostní a seizmické výpočty

4. – 7. měsíc

- Výpočty pevnosti a seizmické odolnosti čerpacích jednotek (PP),
- Soubor výkresů čerpadlových agregátů zpřesněné podle výsledků výpočtů pevnosti a seizmické odolnosti:
 - montážní výkresy čerpacích jednotek se specifikacemi,
 - montážní výkresy čerpadel se specifikacemi,
 - výkresy se specifikacemi uzlů, sestavných jednotek a dílů agregátů.

Etapa 3: Vypracování výrobní konstrukční dokumentace čerpadlových agregátů 7. – 12. měsíc

- Pracovní výkresy sestav čerpacích jednotek se specifikacemi,
- Pracovní montážní výkresy čerpadel se specifikacemi,
- Pracovní výkresy se specifikacemi součástí, montážních jednotek a částí čerpadel a čerpacích jednotek,
- 3-D modely odlévaných dílů včetně prvků průtokových dílů čerpadel pro výrobu modelového zařízení,
- Tabulky kontroly kvality základního materiálu (TB1),
- Tabulky kontroly kvality svarových spojů (TB2),
- Výkresy kontrolních svarů pro následné uvedení do výroby svařovacích materiálů (KSSH),
- Výkresy kontrolních svarových spojů (KSS) pro kontrolu kvality svarových spojů destruktivními a nedestruktivními metodami.