



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projektu līdzfinansē REACT-EU finansējums pandēmijas krīzes seku mazināšanai

Atskaite

Par Rīgas Tehniskās universitātes projekta “**Darbojošu objektu tipveida konstrukcijas tehniskā stāvokļa monitoringa sistēmas prototips, objekta tehniskā stāvokļa novērtēšanai to ekspluatācijas laikā**” Nr.1.1.1.1/20/A/016 **norisi** laika posmā no 01.12.2022 līdz 28.02.2023. (**7. atskaites posms**). Projekta realizācijā iesaistīts sadarbības partneris – SIA “D un D centrs”.

Projekta mērķis ir: izstrādāt prototipu, kas nodrošinātu dažādu konstrukciju tehniskā stāvokļa monitoringa (SHM) sistēmas izstrādi, sērijveida ražošanu un pielietošanu tipiskām iekārtām (objektiem), kuras darbojas dažādos apstākļos, lai nodrošinātu tehniskā stāvokļa novērtēšanu ekspluatācijas laikā. Prototipa izstrādes galvenie etapi:

- prototipa galveno radītāju definīcija un to plānošana;
- algoritmu un laboratorijas prototipu izstrāde;
- laboratorijas eksperimenti;
- reāla prototipa validācija un atskaite par izmēģinājuma rezultātiem.

Šajā starpdisciplinārajā praktiskas ievirzes pētījumu projektā uzmanība galvenokārt tiek vērsta, lai izstrādātu pilnībā funkcionējošu konstrukcijas tehniskā stāvokļa monitoringa sistēmas prototipu tipiskām iekārtām, kuras darbojas dažādos apstākļos, objekta tehniskā stāvokļa novērtēšanai to ekspluatācijas laikā. Projekts ietver vairākas disciplīnas, piemēram, materiālu inženierija, mašīnbūve, elektronika un signālu un datu apstrāde. Papildus pašam prototipam, projekta pievienota vērtība ir plašākas zināšanas par SHM sistēmām kopumā un lielāka piemērojamība dažādiem objektiem un konstrukcijām, kuras atšķiras pēc to ģeometrijas, izmēra un ekspluatācijas apstākļiem salīdzinājumā ar esošajām sistēmām.

7. atskaites posma uzdevumi:

3. Laboratoriskie eksperimenti:

- 3.1. Prototipa komponentu validēšana ar 4 testu veidiem
- 3.2. Modālo parametru novērtēšana
- 3.3. Tipiska parauga modālās pases noteikšana (Testi)
- 3.4. SHM sistēmas prototipa stāvokļa izmaiņu jutīguma risinājuma plānošana un testēšana
- 3.6. Zinātnisko atklājumu ziņošana

4. Validēšana un ziņošana

- 4.1. Lauku testi.

Atbilstoši 7. atskaites posmā izvirzītajiem uzdevumiem ir veiktas sekojošas darbības:

7. atskaites laika posmā tika pabeigts darbs pie 3.1. apakšaktivitātes, kuras ietvaros tika paveikta mērīšanas sistēmas un pašu testa paraugu atbilstības validēšana. Tika veikti operacionālās

analīzes pielietojuma validēšana, salīdzinot tās rezultātus ar klasisko eksperimentālo modālo analīzi. Paveiktie testi nodrošināja cilindru modālo datu iegūvi atkarībā no pieliktās slodzes. Temperatūras un mitruma testi noteica mērīšanas sistēmas darbības režīmu robežas. Šajā laika posmā iepriekš veikto testu rezultāti tika apstrādāti un apkopoti attiecīgajās atskaitēs.

Atsevišķa analīze tika veikta modālajiem parametriem 3.2. apakšaktivitātes ietvaros. To novērtēšanai tika apstrādāti dati no punktā 3.1. veiktajiem testiem. Modālo parametru novērtēšanai pielietoja programmu *Artemis* un piecus modālo parametru novērtēšanas metodes:

1. Enhanced Frequency Domain Decomposition (EFDD)
2. Canonical Variate Analysis (CVA)
3. Principle Component (PC)
4. Unweighted Principle Component (UPC)
5. Extended Unweighted Principle Component (UPCX)

Piecu modālo parametru novērtēšanas metožu izmantošana deva iespēju statistiski novērtēt modālo parametru izkliedi starp dažādām novērtēšanas metodēm. Tika iegūts modālo parametru kopums, kas ir raksturīgs visiem pieciem paraugiem-cilindriem.

Tālākā darbība tika fokusēta uz tipiskā parauga modālās pases noteikšanu 3.3. apakšaktivitātes ietvaros. Tipisks paraugs ir nosacīts cilindrs, kuram piemīt vidējās raksturīgās īpašības starp visiem pieciem cilindriem. Šī tipiskā cilindra modālā pase sniedz informāciju par šī konstrukcijas tipa raksturīgām modām, to frekvencēm, formām un dzīšanas koeficientiem. Tika veikti operacionālās modālas analīzes testi ar sekojošiem apstākļiem katram no pieciem cilindriem:

1. 3 references stāvokļa testi
2. pa 3 reizēm trīs temperatūras režīmiem (kopā 9 testi)
3. 3 testi ar maksimālu mitrumu
4. pa 3 reizēm pieciem noslodzes režīmiem (kopā 15 testi)

Kopējais izmēģinājumu skaits – 150. No veiktajiem testiem tika izvēlētas raksturīgākās modas, no kā izveidoja tipiskā cilindra modālo pasi.

3.4. apakšaktivitāte ir nepieciešama SHM sistēmas prototipa stāvokļa izmaiņu jūtīguma risinājuma testēšanai. Tam tika paredzēts ienest paraugiem mākslīgu bojājumu. Sākumā tika izplānoti izmēģinājumu veidi un skaits, tika izvēlēts bojājuma veids – izurbti caurumi 4, 8, 16, 24 un 32 mm diametrā cilindra sēnā. Šos testus ir plānots veikt nākamā atskaites posma ietvaros.

Paralēli laboratoriskiem eksperimentiem notiek iegūto atklājumu zinātniskā novērtēšana un publikāciju sagatavošana apakšaktivitātes 3.6. ietvaros. Tika pabeigts, iesniegt un nopublicēts raksts “Health Monitoring of Serial Structures Applying Piezoelectric Film Sensors and Modal Passport” žurnālā *Sensors*. Tika sagatavots zinātniskais raksts “Optimal Sensor Placement in Composite Circular Cylindrical Shells for Structural Health Monitoring” un prezentēts RTU konferencē IMST 2022.

Tika iesākti plānošanas darbi 4. aktivitātei – ir sastādīts darba plāns 4.1. apakšaktivitātei, tiek piemeklēta konstrukcija, uz kuras tiks veikti lauku testi, lai verificētu izstrādātu SHM sistēmas prototipu.

Projekta zinātniskais vadītājs Andris Čate

Datums: 08.03.2023.