



Finansē
Eiropas Savienība
NextGenerationEU



IEPIRKUMA PRIEKŠMETA APRAKSTS

Iepirkuma procedūrai: Pētījuma veikšana "Lietu interneta ierīču ražošanas testu industrijas prakses izpēte"

Rīgā, 2026. gada 13.oktobrī

Nr. LMT/2026/4

1. Vispārīga informācija:

- 1.1. Iepirkuma procedūra tiek organizēta saskaņā ar Ministru kabineta 2017. gada 28.februāra noteikumiem Nr. 104 „Noteikumi par iepirkuma procedūru un tās piemērošanas kārtību pasūtītāja finansētiem projektiem”, kā arī ņemot vērā šajā iepirkuma priekšmeta aprakstā noteikto kārtību.
- 1.2. Nr.1.2.1.2.i.2/1/24/A/CFLA/007 SIA “LEO PĒTĪJUMU CENTRS” pētniecības projekta Nr. EP.22 "IoT ierīču automatizētas, mērogojamas un izsekojamas ražošanas testēšanas metodes" ietvaros, kas tiek īstenots ar Atvēršanas un noturības mehānisma (turpmāk – Atvēršanas fonds) finansējuma atbalstu saskaņā ar Ministru kabineta 2024. gada 9. janvāra noteikumiem Nr. 33 “Latvijas Atvēršanas un noturības mehānisma plāna 1.2. reformu un investīciju virziena “Energoefektivitātes uzlabošana” 1.2.1.2.i. investīcijas “Energoefektivitātes paaugstināšana uzņēmējdarbībā (ietverot pāreju uz atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju izmantošanu siltumapgādē un pētniecības un attīstības aktivitātes (t. sk. bioekonomikā))” 1.2.1.2.i.2. pasākuma “Inovatīvu produktu un tehnoloģiju izstrāde” īstenošanas noteikumi”.
- 1.3. Lai nodrošinātu Atvēršanas fonda projekta “Latvijas Elektrisko un optisko iekārtu ražošanas nozares kompetences centrs energoefektivitātes paaugstināšanai” (projekts Nr.1.2.1.2.i.2/1/24/A/CFLA/007) īstenošanu, starp SIA “LEO PĒTĪJUMU CENTRS” (reģ.Nr. 51203037371) un “Latvijas Mobilais Telefons” SIA noslēgts līgums par pētniecības projekta Nr.EP,22 "IoT ierīču automatizētas, mērogojamas un izsekojamas ražošanas testēšanas metodes""((BAPS ID 3054/26, finanšu uzskaites identifikators - 3054/26-LV) īstenošanu.

2. Pasūtītājs jeb Finansējuma saņēmējs:

„Latvijas Mobilais Telefons” SIA (LMT)
Reģistrācijas Nr. 50003050931
Juridiskā adrese: Ropažu iela 6, Rīga, LV - 1039
Kontaktpersona: Agnese Saule, tālrunis: +371 29248208, elektroniskā pasta adrese: LMTiepirkums@lmt.lv

3. Pakalpojums un tā sniegšanas nosacījumi:

- 3.1. Iepirkuma priekšmets:
 - 3.1.1. Pētījuma veikšana “Lietu interneta ierīču ražošanas testu industrijas prakses izpēte”
- 3.2. Pētījums ietver pamatuzdevumus, kas norādīti iepirkuma priekšmeta apraksta Pielikumā Nr. 2 “Prasības Pētījuma veikšanai”.
- 3.3. Paredzamā Pētījuma līgumcena ir 35 000 EUR bez PVN. Piedāvājumā visas cenas jānorāda EUR, bez PVN, iekļaujot visas izmaksas. Apmaksas nosacījumu maksimālais pieņemamais priekšapmaksas apmērs par pakalpojuma sniegšanu ir 30%.
- 3.4. Pakalpojuma sniegšanas vieta ir Latvija.

3.5. Pakalpojuma sniegšanas termiņš ir no līguma spēkā stāšanās brīža līdz 2027.gada 31.martam.

4. Piedāvājuma derīguma termiņš:

4.1. Pretendenta iesniegtais piedāvājums ir derīgs, t.i., saistošs Pasūtītājam, līdz līguma noslēgšanai, bet ne mazāk kā 90 dienas, skaitot no iepirkuma priekšmeta aprakstā noteiktās piedāvājumu iesniegšanas pēdējās dienas.

5. Prasības pretendenta:

5.1. Prasības pretendenta noteiktas iepirkuma priekšmeta apraksta

5.1.1. Pielikumā Nr.1 "Prasības pretendentiem" un

5.1.2. Pielikumā Nr.3 "Prasības pieteikuma sagatavošanai".

6. Piedāvājuma noformēšana, iesniegšanas termiņš, veids un kārtība:

6.1. Atbilstoši prasībām pretendenta pieteikumā jāiesniedz:

6.1.1. Aizpildīts pretendenta sadarbības piedāvājums (Pielikums Nr.4 "Sadarbības piedāvājums").

6.1.2. Aizpildīts pretendenta finanšu piedāvājums (Pielikums Nr.5 "Finanšu piedāvājums").

6.2. Piedāvājums jāgatavo un jāiesniedz saskaņā ar šī iepirkuma priekšmeta apraksta prasībām un prasībām, kas norādītas iepirkumu uzraudzības biroja mājas lapā (www.iub.gov.lv) publicētajā paziņojumā par iepirkumu.

6.3. Piedāvājumu pretendents iesniedz par visu apjomu kopā.

6.4. Piedāvājuma dokumentiem jābūt sagatavotiem latviešu valodā, datorrakstā. Apliecinājuma dokumentu kopijas (ja nepieciešams) var būt pievienotas citās valodās, tādā gadījumā jāpievieno pretendenta apliecināts tulkojums latviešu valodā.

6.5. Piedāvājums iesniedzams elektroniski parakstītā formā (ar drošu elektronisku parakstu) nosūtot to uz e-pasta adresi LMTiepirkums@lmt.lv. Ja paraksttiesīgās personas pilnvarojums nav publiski pieejama informācija, iesniedzot piedāvājumu, jāpievieno pilnvarojumu apliecināošs dokuments.

6.6. Piedāvājums iesniedzams ne vēlāk kā līdz 2026. gada 28. oktobra plkst.12:00.

6.7. Saņemtie piedāvājumi tiks fiksēti atbilstoši to saņemšanas laikam. Piedāvājumi, kas saņemti pēc termiņa, netiks vērtēti.

6.8. Pēc piedāvājuma iesniegšanas termiņa beigām pretendents nevar savu piedāvājumu vienpusēji grozīt.

7. Piedāvājumu izvērtēšana un lēmuma pieņemšana:

7.1. Pasūtītājs izsludina atklātu iepirkuma procedūru, publicējot paziņojumu par finansējuma saņēmēja iepirkuma procedūru un iepirkuma priekšmeta aprakstu iepirkumu uzraudzības biroja mājas lapā (www.iub.gov.lv).

7.2. Pēc saņemto piedāvājumu atvērtības, Pasūtītājs atbilstoši konkrētai situācijai izvēlas attiecīgas darbības:

7.2.1. Piedāvājumi, kas neatbilst iepirkuma priekšmeta apraksta prasībām, netiek tālāk izskatīti.

7.2.2. Nepieciešamības gadījumā Pasūtītājs uzsāk sarunu procedūru ar izvēlētiem pretendentiem un lūdz pretendentes sagatavot galējos piedāvājumus.

7.3. Pasūtītājs no piedāvājumiem izvēlas tā pretendenta piedāvājumu, kas Pasūtītājam ir ekonomiski visizdevīgākais un vislabāk apmierina tā vajadzības, kā arī nodrošina piešķirtā finansējuma efektīvu izmantošanu.

7.4. Pasūtītājs ne vēlāk kā 5 (piecu) darba dienu laikā pēc lēmuma pieņemšanas informēs visus pretendentes par pieņemto lēmumu, informāciju nosūtot uz elektronisko pasta adresi.

Pielikumā:

1. Pielikums Nr.1 "Prasības pretendentiem"
2. Pielikums Nr.2 "Prasības Pētījuma veikšanai"
3. Pielikums Nr.3 "Prasības pieteikuma sagatavošanai"
4. Pielikums Nr.4 "Sadarbības piedāvājums"
5. Pielikums Nr.5 "Finanšu piedāvājums"
6. Pielikums Nr.6 "Informācija par personu"

Pasūtītājs pretendentu pieteikumos iekļauto informāciju, kas saistīta ar konkrētām fiziskām personām (Personas dati), izmantos komunikācijas nodrošināšanai ar pretendentu pārstāvjiem, iesniegto pieteikumu atbilstības izvērtēšanai, kā arī citu normatīvajos aktos noteikto pienākumu, kas attiecas uz iepirkuma procedūras nodrošināšanu, veikšanai. Personas datu apstrādes mērķis – nodrošināt iepirkuma procedūras norisi atbilstoši normatīvo aktu noteikumiem un iepirkuma priekšmeta aprakstam.

Personas datu apstrādes pārzinis ir Pasūtītājs.

"Latvijas Mobilais Telefons" SIA
Iepirkumu dienesta Vecākā iepirkumu speciāliste
Agnese Saule

PRASĪBAS PRETENDENTIEM

1. Pretendents ir pētniecības un zināšanu izplatīšanas organizācija, kas atbilst Eiropas Komisijas regulas Nr. 651/2014 2. panta 83. punktā noteiktajai definīcijai: “pētniecības un zināšanu izplatīšanas organizācija” ir subjekts (piemēram, universitātes vai pētniecības institūti, tehnoloģiju pārneses aģentūras, inovācijas starpnieki, uz pētniecību orientēti fiziskas vai virtuālas sadarbības subjekti) neatkarīgi no tā juridiskā statusa (publisko vai privāto tiesību subjekts) vai finansējuma veida, kura galvenais mērķis ir neatkarīgi veikt fundamentālos pētījumus, rūpnieciskos pētījumus vai eksperimentālo izstrādi vai plaši izplatīt šādu darbību rezultātus mācību, publikāciju vai zināšanu pārneses veidā. Ja šis subjekts veic arī saimniecisko darbību, tās finansējums, izmaksas un ieņēmumi ir jāuzskaita atsevišķi. Uzņēmumiem, kas var izšķiroši ietekmēt šo subjektu, piemēram, būdami tā akcionāri vai dalībnieki, nedrīkst būt privilēģēta piekļuve šā subjekta radītajiem rezultātiem”.
Ja pretendents ir Latvijā reģistrēta zinātniskā institūcija, tai jābūt reģistrētai Zinātnisko institūciju reģistrā: https://scienclatvia.gov.lv/#/pub/scientific_institution/list. Citiem pretendentiem jāiesniedz dokumenti, kas apliecina atbilstību minētajai definīcijai.
2. Pretendentam nav pasludināts maksātnespējas process, nav apturēta vai pārtraukta pretendenta saimnieciskā darbība, nav uzsākta tiesvedība par pretendenta bankrotu un līdz līguma izpildes paredzamajam beigu termiņam pretendents netiks likvidēts, pretendents nav nodokļu parādu vai tie nepārsniedz 150 EUR. Parādu esamības gadījumā pretendents līdz lēmuma pieņemšanai jāapliecina parādu nomaksa.
3. Pretendents nav iekļauts sankciju sarakstos (piemēram, ES, ANO, nacionālās sankcijas).
4. Piedāvājumu var iesniegt tikai pretendenti, kas nav reģistrēti kādā no Ministru kabineta 2023. gada 27. jūnija noteikumos Nr. 333 “Zemu nodokļu vai beznodokļu valstu un teritoriju saraksts” minētajām valstīm.
5. Pretendentam ir pieredze līdzīgu pakalpojumu sniegšanā: pēdējo trīs gadu laikā (sākot no 2023.gada) un līdz piedāvājuma iesniegšanas brīdim pretendents ir publicējis vismaz divas zinātniskās publikācijas zinātniski pētnieciskā žurnālā, kas indeksēts Web of Science, SCOPUS, ERIH (A vai B), ScienceDirect vai Elsevier datubāzēs.
6. Piesaistīto personu saraksts (norādīt Pielikumā Nr.4 “Sadarbības piedāvājums” *):

Pakalpojumu sniegšanā iesaistītie speciālisti **	Minimālās kvalifikācijas prasības
Pētījuma vadītājs/vadošais pētnieks (vismaz viens)	- ir vismaz maģistra grāds inženierzinātnēs, dabaszinātnēs vai telekomunikāciju jomā; - iepriekšējo trīs gadu laikā ir pieredze pētījumu vadītāja statusā/projektu vadībā; - ir bijis autors vai līdzautors vismaz 2 (divām) ar pētījuma tēmu saistītām zinātniskajām publikācijām zinātniski pētnieciskā žurnālā, kas indeksēts Web of Science, SCOPUS, ERIH (A vai B), ScienceDirect vai Elsevier datubāzēs (uz piedāvājumu iesniegšanas brīdi zinātniskās publikācijas ir publicētas vai pieņemtas publicēšanai).
Pētnieki (vismaz viens)	- ir vismaz maģistra grāds inženierzinātnēs, dabaszinātnēs vai telekomunikāciju jomā; - iepriekšējo trīs gadu laikā ir pieredze pētnieka statusā; - ir bijis autors vai līdzautors vismaz 1 (vienai) ar pētījuma tēmu saistītai zinātniskajai publikācijai zinātniski pētnieciskā žurnālā, kas indeksēts Web of Science, SCOPUS, ERIH (A vai B), ScienceDirect vai Elsevier datubāzēs (uz piedāvājumu iesniegšanas brīdi zinātniskā publikācija ir publicēta vai pieņemta publicēšanai).

* Pakalpojuma nodrošināšanai jāiesniedz piesaistīto personu – speciālistu saraksts (informācija norādāma Pielikumā Nr.4). Informācija par personas pieredzi sniedzama par katru personu

atsevišķi Pielikumā Nr.6 norādītajā formā. Pielikumus Nr.6 ar drošu elektronisko parakstu paraksta konkrētās personas.

*** Katrai lomai jāpiedāvā vismaz viens speciālists. Piedāvātais speciālists drīkst pildīt tikai vienu lomu: (1) Pētījuma vadītājs/vadošais pētnieks vai (2) Pētnieks.*

7. Pretendenta (pētniecības un zināšanu izplatīšanas organizācijas) grāmatvedības politikā ir iestrādāti zinātnisko pakalpojumu vērtības (tirgus cenas) noteikšanas principi.
8. Pretendents, iesniedzot piedāvājumu, norāda pretendenta saņemto ISO Sertifikāciju (ja attiecas). Šai pretendenta iesniegtajai informācijai ir informatīvs raksturs.
9. Ar atlīdzības samaksas brīdi LMT īpašumā pāriet visas Latvijas Republikas Autortiesību likumā paredzētās mantiskās atsavināmās tiesības uz veikto Pētījumu.

PRASĪBAS PĒTĪJUMA VEIKŠANAI

Pakalpojums – Pētījuma veikšana ietver šajā pielikumā norādītos pamatzdevumus, kuru izpilde tiek veikta ievērojot un saskaņā ar:

Starp SIA “LEO PĒTĪJUMU CENTRS” (reģ.Nr. 51203037371) un “Latvijas Mobilais Telefons” SIA noslēgts līgums par pētniecības projekta Nr.EP.22 "IoT ierīču automatizētas, mērogojamas un izsekojamas ražošanas testēšanas metodes" īstenošanu.

Iepirkuma priekšmets: Pētījuma veikšana “Lietu interneta ierīču ražošanas testu industrijas prakses izpēte”.

Pētījuma mērķis un darba uzdevums

1. Izpētīt, salīdzināt un analizēt testēšanas un kvalitātes kontroles metodes, ko izmanto lietu interneta (IoT) ierīču ražošanas procesā, balstoties uz jaunākajām zinātniskajām publikācijām un nozares standartiem:
 - 1.1. noteikt, kādus defektu veidus katra metode atklāj un kāds ir tās testa pārklājums;
 - 1.2. salīdzināt metodes pēc tehniskajiem, ekonomiskajiem un ieviešanas kritērijiem.
2. Noskaidrot, kādu testu stratēģiju industrija praksē izmanto un kādi ekonomiskie un tehnoloģiskie apsvērumi šo izvēli nosaka, izmantojot publiski pieejamu informāciju:
 - 2.1. noskaidrot, kādā mērā industrija paļaujas uz ražošanas procesa kontroli, vizuālo un automatizēto optisko inspekciju, elektriskajiem testiem, funkcionālajiem testiem, radiokanāla (RF) testiem, sensoru kalibrēšanu un citiem kvalitātes nodrošināšanas pasākumiem, kā arī kāda ir šo pasākumu savstarpējā sadale un pārklāšanās;
 - 2.2. analizēt testu pārklājuma un izmaksu attiecību, defekta novēršanas izmaksu pieaugumu atkarībā no ražošanas posma, kurā defekts tiek atklāts, testēšanas cikla laiku un testa aprīkojuma kapitālieguldījumus;
 - 2.3. izstrādāt ieteikumus ražošanas testu stratēģijai NB-IoT un LTE-M gala ierīču un komunikācijas moduļu (SoM) ražošanai dažādos ražošanas apjomos;
 - 2.4. izstrādāt praktiski izmantojamu metodiku ražošanas testu stratēģijas izvēlei dažādiem IoT produktu tiptiem, ņemot vērā ražošanas apjomu, kvalitātes prasības, izstrādes stadiju, ekonomiskos faktorus un produkta arhitektūru.
3. Dalība kā līdzautoram zinātniskās publikācijas sagatavošanā, kas balstīta uz pētījuma rezultātiem.

Pētījuma uzdevumi pirmajam mērķim (nodevums Nr. 1)

Teorētiskā bāze:

1. Aprakstīt tipisku IoT ierīces ražošanas procesa plūsmu (iespiedplates un komponentu sagatavošana, SMT montāža un lodēšana, THT un manuālā montāža, moduļu montāža, montāža korpusā, gala montāža un iepakojšana) un tajā iespējamās kvalitātes kontroles punktus.
2. Aprakstīt IoT ierīcēm raksturīgākos defektu veidus un to cēloņus: iespiedplates ražošanas defekti (celiņu īsslēgumi, pārrauti celiņi, nepietiekams celiņu platums un atstatums starp tiem, metalizēto caurumu un pārejas caurumu defekti, dielektriķa slāņu atslāņošanās, plates deformācija), lodējuma defekti, komponentu defekti un viltotas komponentes, RF trakta un antenas salāgotības novirzes, sensoru mērījumu novirzes, programmatūras un konfigurācijas kļūdas, mehāniskie defekti, barošanas ķēžu defekti u.c.
3. Definēt pētījumā izmantoto terminoloģiju un metrikas: testa pārklājums (test coverage), pirmās reizes izlaides rādītājs (first pass yield) un kopējais izlaides rādītājs (rolled throughput yield), defektu skaits uz miljonu iespēju (DPMO), nepamanīto defektu īpatsvars (test escape rate), kļūdainu brāķēšanu īpatsvars (false call rate), u.c.

4. Izskaidrot ražošanas testu nozīmi IoT ierīces dzīves cikla kontekstā, tai skaitā saistībā ar ierīces uzticamību ekspluatācijā, atteicēm pēc ierīces nodošanas lietotājam un regulējuma prasībām.
5. Izpētīt Design for Testability (DFT) principus IoT ierīču izstrādē un to ietekmi uz ražošanas testu efektivitāti. Analizēt testa punktu (test points) plānošanu un izvietošanu, diagnostikas un servisa saskarņu izmantošanu, programmatūras testēšanas režīmu (test modes) ieviešanu un ierīces identifikācijas, serializācijas un izsekojamības prasības.

Literatūras pētījums:

1. Izvēlēties vismaz 20 jaunākās zinātniskās publikācijas, kas publicētas pēdējo 10 gadu laikā.
2. Apkopot un aprakstīt attiecināmos nozares standartus un vadlīnijas.
3. Izveidot strukturētu literatūras pārskatu par ražošanas testu stratēģijām elektronikas un IoT ierīču ražošanā, izceļot pēdējo gadu tendences.

Testēšanas un kontroles metožu izpēte:

1. Aprakstīt un klasificēt IoT ierīču ražošanā izmantotās kvalitātes nodrošināšanas metodes, tai skaitā:
 - 1.1. statistiskā procesa kontrole un ražošanas iekārtu parametru uzraudzība;
 - 1.2. lodpastas inspekcija (SPI), automatizētā optiskā inspekcija (AOI), rentgena inspekcija (AXI), manuālā vizuālā inspekcija;
 - 1.3. elektriskie testi: ICT, flying probe, boundary scan, barošanas ķēžu un īsslēgumu pārbaudes;
 - 1.4. funkcionālie testi (FCT) un gala līnijas (end-of-line) testi;
 - 1.5. RF testi vadu (conducted) un bezvadu (radiated) režīmā, tīkla emulatoru un ekranētu kameru izmantošana, antenas salāgotības pārbaude;
 - 1.6. sensoru un mērkānu kalibrēšana un kalibrācijas datu ieraksts ierīcē;
 - 1.7. noturības un iepriekšējās novecināšanas testi (burn-in, ESS), klimatiskie, vibrācijas un hermētiskuma testi, izlases veida testi (AQL);
 - 1.8. gala apskate, iepakojuma un marķējuma kontrole.
2. Katrai metodei noteikt, kādus defektu veidus tā atklāj un kādus neatklāj, kā arī kā metodes savstarpēji pārklājas un aizvieto viena otru.

Metožu salīdzinājums. Salīdzināšanas kritēriji:

1. Atklājamo defektu veidi un testa pārklājums.
2. Nepamanīto defektu un kļūdainu brāķēšanu īpatsvars.
3. Testēšanas cikla laiks un tā ietekme uz ražošanas caurlaidspēju.
4. Vienreizējās (kapitāla) izmaksas — iekārtas, testa stends, kontaktēšanas un pozicionēšanas aprīkojums.
5. Testa stenda un testa programmatūras izstrādes darbietilpība un ieviešanas laiks.
6. Mainīgās izmaksas uz vienu saražoto vienību.
7. Nepieciešamās izmaiņas ierīces konstrukcijā (DFT: testa punkti, testa saskarnes, servisa un testa režīmi programmatūrā).
8. Defekta lokalizācijas (diagnostikas) precizitāte un ierīces remonta iespējamība.
9. Mērogojamība un piemērotība dažādiem ražošanas apjomiem.
10. Piemērotība jaunas ierīces ieviešanas (NPI) posmam salīdzinājumā ar sērijveida ražošanu.
11. Iegūto datu izsekojamība un izmantojamība procesa uzlabošanai.
12. Prasības operatora kvalifikācijai un cilvēkfaktora ietekme.
13. Metodes pārnesamība uz citu ražotni vai citu līgumražotāju.

14. DFT prasību ietekme uz produkta konstrukciju, izstrādes izmaksām un ražošanas testu efektivitāti visā produkta dzīves ciklā.

Datu analīze:

1. Izmantojot zinātnisko publikāciju, standartu un citu avotu datus, veikt kvalitatīvu un kvantitatīvu analīzi par katru metodi.
2. Attēlot rezultātus tabulu un/vai grafiku veidā, lai nodrošinātu vizuālu salīdzinājumu, tai skaitā izveidojot metožu un atklājamo defektu veidu savstarpējo matricu.

Pētījuma uzdevumi otrajam mērķim (nodevums Nr. 2)

Industrijas prakses izpēte:

1. Apkopot informāciju par to, kādas testu stratēģijas praksē izmanto IoT ierīču izstrādātāji un līgumražotāji (EMS), tai skaitā par to, cik lielā mērā ražotāji paļaujas uz ražošanas procesa kontroli salīdzinājumā ar saražotās produkcijas testēšanu.
2. Pētījums balstāms uz publiski pieejamu informāciju.
3. Katram izmantotajam avotam novērtēt tā ticamību un iespējamo interešu konfliktu (piemēram, iekārtu ražotāja materiāls, kas reklamē konkrētu metodi), un šo novērtējumu atspoguļot atskaitē.
4. Apkopot un analizēt publiski pieejamus piemērus un informācijas avotus par IoT ierīču un tām līdzīgu elektronikas produktu ražošanas testēšanas pieejām dažādos ražošanas apjomos. Identificēt kopīgas tendences, atšķirīgas pieejas un galvenos faktorus, kas ietekmē testēšanas stratēģijas izvēli.
5. Identificēt nozares labo praksi, kā arī tipiskākās kļūdas testu stratēģijas plānošanā un to sekas.
6. Novērtēt, kā testu stratēģiju ietekmē ierīces pielietojuma joma un tai izvirzītās uzticamības prasības (piemēram, plaša patēriņa ierīces, rūpnieciskie un infrastruktūras pielietojumi, automobiļu nozare, medicīna).
7. Izpētīt, kā ražošanas testu stratēģija mainās dažādos produkta dzīves cikla posmos, tostarp prototipu izstrādes, konstrukcijas validācijas, ražošanas validācijas un sērijveida ražošanas stadijās. Novērtēt, kuri testu veidi katrā posmā sniedz lielāko pievienoto vērtību un kādos apstākļos konkrēti testi kļūst ekonomiski pamatoti.

Ražošanas testu sistēmas izpēte:

1. Aprakstīt tipisku ražošanas testa stenda arhitektūru: testa vadības programmatūra, mērinstrumenti un to vadība, ierīces testa saskarnes un kontaktēšana, testa sekvenču apraksts, konfigurācijas un versiju pārvaldība, rezultātu reģistrēšana un lēmuma pieņemšana par derīgumu.
2. Izpētīt testa datu izsekojamības (traceability) prasības un risinājumus: testa rezultātu saistīšana ar konkrētu ierīces eksemplāru, mērījumu vērtību (nevis tikai derīgs/nederīgs rezultāts) saglabāšana, datu formāti un glabāšanas termiņi, integrācija ar ražošanas izpildes un resursu plānošanas sistēmām (MES, ERP).
3. Novērtēt testa stendu atkārtojamības un pārnēsāmības aspektus, ja ražošana notiek pie vairākiem līgumražotājiem vai vairākās līnijās: stendu kalibrēšana, mērījumu korelācija starp stendiem, testa robežvērtību noteikšana un pārskatīšana, attālināta stendu uzraudzība un atbalsts.
4. Novērtēt optimālu testu sadalījumu starp komunikācijas moduļa (SoM) un gala ierīces līmeni, identificējot testus, kurus ekonomiski pamatoti veikt tikai vienā no līmeņiem, lai samazinātu testu dublēšanos un kopējās ražošanas izmaksas. Katram testu veidam novērtēt iespēju pārcelt testu uz SoM līmeni vai uz gala ierīces līmeni un analizēt riskus, ko rada konkrētā testa izslēgšana no viena no līmeņiem, apskatot ietekmi uz kopējām izmaksām, kvalitāti un diagnostikas iespējām. Rezultātus apkopot matricā.

Testēšanas stratēģiju izmaksu un efektivitātes analīze:

1. Izstrādāt parametrizējamu testēšanas stratēģiju izvērtēšanas modeli, kas ļauj salīdzināt dažādu testēšanas pieeju ietekmi uz izmaksām, testa pārklājumu, ražošanas caurlaidspēju

un potenciālo neatklāto defektu risku. Modelim jābūt balstītam uz lietotāja definējamiem ievades parametriem.

2. Demonstrēt modeļa izmantošanu vairākiem piemēra scenārijiem, izmantojot dažādus ražošanas apjomus un pieņēmumus par testēšanas izmaksām, ražošanas jaudām un defektu izmaksām.
3. Nepamanīta defekta izmaksas, kas rodas ārpus ražošanas procesa (atteice ekspluatācijā), modelī iekļaut kā lietotāja definējamu ieejas parametru, nevis noteikt vienotu globālu vērtību, jo tā būtiski atšķiras atkarībā no uzņēmuma, tirgus un pielietojuma. Modelim jānodrošina iespēja šo parametru mainīt.
4. Novērtēt testēšanas cikla laika ietekmi uz nepieciešamo testa staciju skaitu un ražošanas caurlaidspēju pie dažādiem ražošanas apjomiem.
5. Izstrādāt defektu izmaksu modeli visos produkta dzīves cikla posmos. Modelī analizēt defekta atklāšanu SMT montāžas laikā, funkcionālo testu laikā, gala pārbaudē, noliktavas vai loģistikas posmā vai pēc produkta nodošanas klientam. Novērtēt remonta, pārstrādes, garantijas, loģistikas un klienta atbalsta izmaksas, kā arī potenciālo ekonomisko ietekmi, ko rada ierīces atteice ekspluatācijā.
6. Izstrādāt parametrizējamu Microsoft Excel modeli, kurā lietotājs var definēt vismaz testa aprīkojuma izmaksas, darba izmaksas, testēšanas cikla laiku, ražošanas apjomu, izlaides rādītājus, neatklāto defektu izmaksas un citus būtiskos pieņēmumus. Modelim automātiski jāaprēķina dažādu testēšanas stratēģiju salīdzinājums pie lietotāja izvēlētajiem parametriem.

Datu analīze un vizualizācija:

1. Ražošanas testus sistēmu izpētes datus vizualizēt izveidojot tabulas un diagrammas ar salīdzināšanas rezultātiem, t.sk. efektīvajiem rādītājiem, rēķinot uz vienu pārraidāmo kilobaitu vai raidītāja mW, kur tam ir jēga.
2. Ekonomiskās analīzes datus vizualizēt izveidojot tabulas un diagrammas ar salīdzināšanas un modelēšanas rezultātiem, tai skaitā attēlojot testēšanas izmaksas uz vienu saražoto vienību, testa pārklājuma un izmaksu attiecību, kā arī prognozēto izlaides rādītāju atkarībā no izvēlētas testu stratēģijas.

Secinājumi un ieteikumi:

1. Balstoties uz iegūto analīzi, izdarīt secinājumus par katras testēšanas un kontroles metodes priekšrocībām un trūkumiem IoT ierīču ražošanā.
2. Sniegt ieteikumus par piemērotāko testu stratēģiju sekojošiem gadījumiem:
 - 2.1. prototipu un nelielas sērijas (līdz 1 000 vienību) ražošana;
 - 2.2. vidēja apjoma sērijveida ražošana;
 - 2.3. liela apjoma ražošana;
 - 2.4. NB-IoT un LTE-M komunikācijas moduļa (SoM) ražošana;
 - 2.5. gala ierīces ar sensoriem un autonomu (bateriju) barošanu ražošana.
3. Sniegt ieteikumus minimālajam testu kopumam, kas nodrošina pieņemamu atteicu līmeni ekspluatācijā, un pamatot izvēli.
4. Izstrādāt metodiku ražošanas testu stratēģijas izvēlei dažādiem IoT produktu veidiem un ražošanas apjomiem, ņemot vērā kvalitātes prasības, ekonomiskos apsvērumus, produkta sarežģītību un izstrādes stadiju.
5. Sniegt ieteikumus minimālajām Design for Testability (DFT) prasībām IoT ierīču un komunikācijas moduļu izstrādē, lai samazinātu testēšanas izmaksas un nodrošinātu pietiekamu diagnostikas un izsekojamības līmeni.

Pētījuma prasības:

1. Pētījuma apjoms: vismaz 60 lappuses, ieskaitot attēlus un tabulas.
2. Izmantot MLA vai APA stilu atsaucēm.
3. Grafiki un tabulas jāveido, izmantojot programmatūras rīkus (piem., Excel, Python, R).

4. Pētījums jāiesniedz Word un PDF formātā.
5. Papildus pētījuma atskaitei jāiesniedz parametrizējams ekonomiskās analīzes modelis Microsoft Excel formātā.
6. Papildus pētījuma atskaitei jāiesniedz testu stratēģijas izvēles metodikas apraksts un defektu veidu, testēšanas metožu un testu sadalījuma starp komunikācijas moduli (SoM) un gala ierīci salīdzinājuma matricas.

Līdzdalība zinātniskās publikācijas sagatavošanā:

1. Kā līdzautoram piedalīties zinātniskās publikācijas sagatavošanā, kas balstīta uz pētījuma rezultātiem.
2. Iesaistīties zinātniskās publikācijas sagatavošanas procesā, ieskaitot zinātniskā raksta tapšanā, datu analīzē un rezultātu interpretācijā, tai skaitā ievērojot zinātniskās publikācijas prasības.
3. Nodrošināt efektīvu komunikāciju ar pētnieciskā žurnāla zinātniskās publikācijas recenzentiem, veidot arī atbilstošas korekcijas publikācijā.
4. Prasības publikācijai - zinātniskās publikācijas sagatavošanas procesā jāņem vērā prasības, tai skaitā formātu, apjomu, struktūru un citēšanas stilu, kas nepieciešams, lai publikāciju sagatavotu publicēšanai zinātniski pētnieciskā žurnālā, kas indeksēts Web of Science, SCOPUS, ERIH (A vai B), ScienceDirect vai Elsevier datubāzēs.

Pētījuma pakalpojuma izpildes laiks:

1. Pētījuma pakalpojuma uzsākšanas datums: līdz ar līguma spēkā stāšanos.
2. Pirmā melnraksta (aptuveni 80% no gala nodevuma) iesniegšanas termiņš: 2027. gada 28. februāris.
3. Pētījuma nodevuma gala versijas iesniegšanas termiņš: 2027. gada 15. marts.
4. Sadarbībā ar Pasūtītāju zinātniskā publikācija par pētījuma tēmu ir iesniegta publicēšanai pētnieciskā žurnālā, kas indeksēts Web of Science, SCOPUS, ERIH (A vai B) ScienceDirect vai Elsevier (vai ekvivalents) datubāzēs: līdz 2027. gada 31. martam.

PRASĪBAS PIETEIKUMA SAGATAVOŠANAI

Pretendentam jāiesniedz pilnībā izstrādāts un galīgs piedāvājums, kuru Pasūtītājs izvērtē saskaņā ar paziņojuma par iepirkumu, iepirkuma priekšmeta apraksta un tam pievienoto dokumentu prasībām. Pretendents sagatavo piedāvājumu aizpildot failus "Sadarbības piedāvājums" (Pielikums Nr.4), "Finanšu piedāvājums" (Pielikumā Nr.5) un informāciju par personām (Pielikums Nr.6) un iesniedzot visus saistītos dokumentus.

Piedāvājumā jānorāda piedāvātā pakalpojuma atbilstība visām iepirkuma priekšmeta apraksta, tam pievienoto dokumentu un paziņojuma par iepirkumu prasībām un pretendents, iesniedzot piedāvājumu, apstiprina:

1. piedāvājumā sniegto ziņu patiesumu un atbilstību iepirkuma priekšmeta apraksta, tam pievienoto dokumentu un paziņojuma par iepirkumu prasībām;
2. ka pilnībā piekrīt visiem iepirkuma procedūras noteikumiem;
3. gatavību noslēgt līgumu ar Pasūtītāju 5 (piecu) darba dienu laikā no brīža, kad Pasūtītājs elektroniski nosūtījis uzaicinājumu slēgt līgumu par Pakalpojuma sniegšanu uz pretendenta pieteikumā norādīto e-pasta adresi.
4. iesniedzot Finanšu piedāvājumu, pretendents apliecina, ka ir ņemti vērā visi nosacījumi un apstākļi un, ka iesniegtais finanšu piedāvājums tiks fiksēts līgumā un cena būs fiksēta un nemainīga.
5. Visas cenas jānorāda EUR, bez PVN, iekļaujot visas izmaksas.