

Iepirkuma VMKC_Iep-08
“Elektroauto uzlādes stacijas divvirzienu V2G enerģijas pārraides sistēmas izstrāde”
Tehniskā Specifikācija

1. Darba uzdevums

Darba uzdevuma galvenais mērķis ir Pasūtītāja uzdevumā **izstrādāt divvirzienu V2G enerģijas pārraides sistēmu**, kas būtu:

- kompaktā veidā integrējama ielas apmalēs,
- izmantojama enerģijas uzkrāšanas elektroauto un izlādei atpakaļ elektrotīklā vadīšanai izpildot augstus drošības, efektivitātes un izturības standartus.

Divvirzienu V2G sistēma jābalsta uz Pasūtītāja elektronikas konceptuālo risinājumu, kas izstrādāts pētījuma “Videi draudzīgas elektroauto uzlādes ekosistēmas prototipa izstrāde, integrējot atjaunojamus energoresursus un elektrotīkla balansēšanu” aktivitāšu ietvaros. Projekta Nr. 2.2.1.3.i.0/1/24/A/CFLA/004.

Darbs sadalīts vairākās aktivitātēs un fāzēs (hardware, software (firmware) un infrastruktūras daļa), ļaujot sasniegt nepieciešamo tehnoloģisko gatavības līmeni (TRL5–6), lai pēc tam varētu veikt reālus apstākļu un lietojuma scenāriju testus TRL7 sasniegšanai.

Darba izpilde tiks veikta atbilstoši definētajiem posmiem un ietvers gan laboratorijas testus, gan darba vides integrāciju, kā arī apmaļu un elektronikas ilgtspējas pārbaudi reālas darbības apstākļos.

Darba ietvaros Izpildītājam jāveic sistemātiska dokumentācijas sagatavošana (shēmas, rasējumi, firmware apraksti, testu atskaites), lai nodrošinātu skaidru ceļu no sākotnējā prototipa līdz uzlabotai, ilgtermiņā uzticamai sistēmai. Darba izpildītājs šos uzdevumus īsteno sadarbībā ar *PC Consulting* tehniskajiem speciālistiem, lai nodrošinātu maksimālu projekta veiksmīgu realizāciju un gala mērķa – ilgtspējīgas un videi draudzīgas V2G uzlādes ekosistēmas – sasniegšanu.

2. Sistēmas galvenās tehniskās prasības

2.1. Divvirzienu elektroauto uzlāde

- Sistēmai jānodrošina gan elektroauto uzlāde, gan enerģijas atgriešana tīklā (V2G).

2.2. Kompaktums un integrācija ielas apmalēs

- Maksimālie uzlādes stacijas izmēri: 10 × 20 × 50 cm.
- Risinājumam jābūt izvietojamam apmalēs tā, lai nekādi izvirzījumi neapgrūtinātu gājēju vai transportlīdzekļu kustību.

2.3. Ūdensizturība un drošums slapjos laika apstākļos

- Nedrīkst tikt lietots standarta atklāts elektriskais savienojums.

- Jānodrošina atbilstība atbilstošām IP aizsardzības klasēm (IP67/68), lai pasargātu risinājumu no mitruma un piesārņojuma.

2.4. Uzlādes sistēmas jauda un elektrības pieslēguma parametri

- Kopējā sistēmas jauda: vismaz 7.2 kW.
- Elektropieslēguma parametri: 1 fāze, 220–240 V.
- Sistēmas efektivitāte: ne zemāka par 95%.
- Reaktīvā strāva $\cos \varphi=1$

2.5. Atbilstība uzlādes standartiem

- Jānodrošina saderība ar IEC 61851 un ISO 15118.
- Jāpārbauda arī atbilstība papildu standartiem atkarībā no izvēlētās uzlādes metodes (vadu vai bezvadu).

2.6. Tehniskās un mehāniskās izstrādes apjoms

- Jāizstrādā gan elektroniskais risinājums (barošanas ķēdes, vadības bloki, komunikācijas u.c.), gan mehāniskais risinājums (savienojuma veids, korpusa dizains, siltuma vadība, stiprinājumi apmalēs).
- Ja tiek izvēlēts bezkontakta savienojums (induktīvā uzlāde):
 - Jāizmanto 85 kHz nesējfrekvence atbilstoši bezvadu elektroauto uzlādes standartiem.
 - Jāizstrādā spolēm un ekranējumam atbilstoši mehāniskie risinājumi, lai nodrošinātu drošu divvirzienu darbību un efektivitāti.

3. Pētījuma īstenošanas nosacījumi

- 3.1. Darba izpildītājs (pakalpojuma sniedzējs) veic projektēšanas, prototipēšanas, aparatūras izstrādes un testēšanas darbus SIA PC Consulting tehnisko speciālistu vadībā.
- 3.2. Darba izpildītājs nodrošina regulāru atskaiti reizi ceturksnī par paveiktajām aktivitātēm un testu rezultātiem, kā arī koordinē nepieciešamās izmaiņas ar PC Consulting komandu:
 - 3.2.1. Galveno hardware inženieri – attiecībā uz uzlādes iekārtas enerģijas pārraides sistēmas pamatfunkcijām (jaudas sadaļu)
 - 3.2.2. Komunikāciju inženieri – attiecībā uz uzlādes iekārtas enerģijas pārraides sistēmas papildsistēmām (komunikāciju sadaļu)
- 3.3. Darba izpildītājs atbild par piegādāto risinājumu kvalitāti, atbilstību standartiem un uzstādītajiem tehniskajiem rādītājiem (jauda, efektivitāte, drošība, kompakts).
- 3.4. Visi risinājumi jādokumentē pietiekamā līmenī, lai nodrošinātu turpmākas versiju izstrādes un integrācijas iespējas.

4. Rezultāti.

- 4.1. Pētījumu rezultāts ir sistēmas prototips TRL 7 stadijā.

5. Darba izstrādes fāzes un nodevumi:

- 5.1. Darba izstrāde un nodošana jāveic fāzēs un jāsaskaņo ar kopējo projekta izstrādi
- 5.2. Divvirzienu uzlādes sistēmas spoļu konstrukcijas optimizācija palielinātai jaudai (darbi jāizpilda līdz 30.06.2025)
 - Veikt esošā konstrukcijas risinājuma analīzi, lai novērtētu to atbilstību divvirzienu (V2G) darbības režīmam.

- Izstrādāt un testēt vairākus prototipu variantus, fokusējoties uz efektivitātes ($\geq 95\%$), kompaktuma un siltuma vadības uzlabošanu, lai varētu uzsākt divvirzienu uzlādes sistēmas pilnas jaudas pamatiekārtas hardware izstrādi.
- Dokumentācija, kas jāsagatavo šajā fāzē:
 - Tehniskās specifikācijas dokuments (spoļu izmēri, materiālu atlase, paredzamā efektivitāte).
 - Konceptuālās un detalizētās rasējumu skices/spoļu konstrukcijas rasējumi (mehāniskie zīmējumi, 3D modeļi, ja nepieciešams).

5.3. Divvirzienu uzlādes sistēmas pilnas jaudas pamatiekārtas hardware izstrāde un prototipa montāža (darbi jāizpilda līdz 30.06.2025)

- Projektēt un izgatavot pamatsistēmas elektronisko bloku (barošanas, pārveidotāja, vadības plates u.c.).
- Nodrošināt laboratorijas apstākļos funkcionālo darbību ar nominālo 7.2 kW slodzi/enerģijas pārraides līmeni.
- Izstrādāt sākotnējo programmatūras risinājumu, kas ļauj kontrolēt divvirzienu darbību un pārbaudīt pamata funkcionalitāti.
- Dokumentācija, kas jāsagatavo šajā fāzē:
 - Elektronikas shēmas un rasējumi (pilns elektriskais princips, plates izvietojuma rasējumi, BOM – detaļu saraksts).
 - Iebūvētās programmatūras (firmware) apraksts (versijas apraksts, funkcionalitātes, vadības algoritmi, inicializācijas, komunikāciju protokoli).
- Divvirzienu uzlādes sistēmas spoļu konstrukcijas optimizācija atbilstoši jaunajai pamatiekārtas hardware un firmware sistēmai.
- Dokumentācija, kas jāsagatavo šajā fāzē:
 - Tehniskās specifikācijas dokuments, ja notikušas izmaiņas (spoļu izmēri, materiālu atlase).
 - Konceptuālās un detalizētās rasējumu skices/spoļu konstrukcijas rasējumi, ja notikušas izmaiņas (mehāniskie zīmējumi, 3D modeļi, ja nepieciešams).
 - Testēšanas plāns (mērījumu metodika, nepieciešamā aparatūra, eksperimenta protokols).
 - Testu rezultātu atskaite (spoles parametri, efektivitātes mērījumi, siltuma izkliede).

5.4. Divvirzienu uzlādes sistēmas iekārtas papildsistēmu hardware izstrāde (darbi jāizpilda līdz 30.09.2025)

- Projektēt un integrēt:
 - Aizsardzības un filtru blokus, lai nodrošinātu drošus darbības parametrus.
 - Barošanas rezerves blokus, lai novērstu strāvas padeves pārtraukumu radītos riskus.
 - Komunikāciju un vadības interfeisus (piemēram, atbalstam IEC 61851 un ISO 15118).
- Balstoties uz testu rezultātiem, veikt uzlabojumus, lai nodrošinātu sistēmas ilgtspēju un stabilu darbību.
- Dokumentācija, kas jāsagatavo šajā fāzē:
 - Pilna sistēmas elektriskā shēma ar papildkomponentēm (papildu risinājumu rasējumi).
 - Atjaunināts BOM un rasējumi (papildu detaļas, filtri, drošības elementi).

- Firmware dokumentācijas atjauninājumi (jaunas funkcijas, kļūdu labojumi, testu rezultātu izvērtējums).
- Divvirzienu uzlādes sistēmas spoļu konstrukcijas papildināšana iekļaujot komunikāciju sistēmas Tx-Rx komponentes
- Dokumentācija, kas jāsagatavo šajā fāzē:
 - Tehniskās specifikācijas dokuments (spoļu izmēri, materiālu atlase)
 - Konceptuālās un detalizētās rasējumu skices/spoļu konstrukcijas rasējumi, ja notikušas izmaiņas (mehāniskie zīmējumi, 3D modeļi, ja nepieciešams).
 - Testu rezultātu atskaite (spoles parametri, efektivitātes mērījumi, siltuma izkliede).

5.5. Testēšana un validācija: Divvirzienu uzlādes risinājuma testēšana laboratorijas apstākļos (darbi jāizpilda līdz 31.12.2025)

- Veikt katra apakšbloka atsevišķu testēšanu (spoļu modulis, barošanas/mainstrāvas pārveidotāji, komunikācijas mezgli).
- Veikt integrētu sistēmas testu (kopējās funkcionalitātes un efektivitātes novērtēšana).
- Veikt divas līdz trīs aparatūras versijas (iterācijas), ja nepieciešami uzlabojumi jaudas, drošuma vai atbilstības nodrošināšanai.
- Dokumentācija, kas jāsagatavo šajā fāzē:
 - Detalizēts testēšanas protokols un mērījumu rezultātu tabulas (efektivitāte, siltuma tests, sprieguma/strāvas viļņformas).
 - Laboratorijas testu atskaite (konstatētie trūkumi, ieteikumi uzlabojumiem).
 - Iterāciju (versiju) salīdzinājums (izmaksu un veiktspējas analīze, secinājumi)

5.6. Divvirzienu uzlādes risinājuma integrēšana ar pārējiem moduļiem testēšanai dabā (darbi jāizpilda līdz 31.03.2026)

- Integrēt laboratoriski validēto prototipu ar komunikāciju risinājumiem (nodrošina pasūtītājs).
- Nodrošināt reālos apstākļos funkcionālu sistēmas darbību, t.sk. datu apkopošanu un enerģijas plūsmas vadību starp elektrotīklu un elektroauto.
- Dokumentēt testu rezultātus un veikt nepieciešamās izmaiņas projekcijā, ja rodas atkāpes no tehniskajām prasībām.
- Dokumentācija, kas jāsagatavo šajā fāzē:
 - Integrācijas plāns (elektronikas un programmatūras apvienošana ar citiem moduļiem).
 - Lauka testēšanas plāns un rezultātu atskaite (testu vietu apraksts, testa scenāriji, rezultātu analīze).
 - Uzlabojumu saraksts (ja testos atklājas jauni trūkumi vai veiktspējas nepilnības).

5.7. Sistēmas hardware un software testēšana lauka apstākļos (TRL6) (darbi jāizpilda no 01.04.2026 līdz 30.06.2026)

- Izvērtēt risinājumu izturību mitruma, temperatūras un sāls ietekmes apstākļos.
- Novērtēt risinājuma funkcionālās īpašības un, ja nepieciešams, veikt konstruktīvos uzlabojumus.
- Dokumentācija, kas jāsagatavo šajā fāzē:
 - Testēšanas plāns un protokols (mitruma, temperatūras, sāls iedarbības novērtēšana).

- Izturības testu rezultātu atskaite (konstatētie defekti, ieteiktie risinājumi vai koriģētas konstrukcijas).
- Jaunie rasējumi (ja nepieciešamas izmaiņas) (atjauninātas mehāniskās detaļas).
- Ilgtermiņa testu plāns un žurnāls (regulāra parametru monitorēšana, darbības nepilnību pieraksti).
- Atjaunināti firmware apraksti (ja tiek ieviestas izmaiņas atklāto problēmu vai optimizāciju dēļ).
- Lauka testu gala atskaite (kopīgās sistēmas veiktspējas novērtējums un ieteikumi tālākajai attīstībai).

5.8. Veikt korekcijas sistēmas komponentu izstrādē, novēršot novērotos trūkumus (darbi jāizpilda no 01.07.2026 līdz 30.09.2026)

- Pamatojoties uz iepriekšējās aktivitātes lauka testu rezultātiem, identificēt nepieciešamos uzlabojumus gan hardware, gan software komponentēs.
- Veikt konstrukcijas un shēmu korekcijas, atkārtotu prototipa vai sērijveida parauga izveidi, lai nodrošinātu atbilstību TRL7.
- Dokumentācija, kas jā sagatavo šajā fāzē:
 - Uzlabojumu plāns (detalizēts uzskaitījums par katru atklāto problēmu un tās risinājumu).
 - Jaunā konstrukcijas versija (ja nepieciešams) (shēmu un rasējumu atjauninājumi, BOM korekcijas).
 - Jaunā firmware versija un tās dokumentācija (izmaiņu apraksts, testēšanas soļi).

5.9. Veikt uzlabotās sistēmas testēšanu (TRL7 (darbi jāizpilda no 01.07.2026 līdz 30.09.2026)

- Pēc korekciju ieviešanas veikt atkārtotu testēšanu gan laboratorijas, gan lauka (ja nepieciešams) apstākļos.
- Nodrošināt, ka sistēma atbilst TRL7 prasībām – darbosies stabilā režīmā ar reāliem lietotājiem un vides ietekmēm.
- Dokumentācija, kas jā sagatavo šajā fāzē:
 - Gala testēšanas protokols (ko tieši pārbauda, kādā secībā, ar kādu slodzi).
 - Testēšanas atskaite (TRL7) (sistēmas pilnīga atbilstība prasībām, novērtēta stabilitāte, lietojamība, drošība).
 - Galīgā lietotāju rokasgrāmata un tehniskā dokumentācija (apstiprināta lietošanai reālā vidē, iekļaujot montāžas soļus, ekspluatācijas parametrus, drošības brīdinājumus).