

AGRIDEF

**Bezpilota gaisa kuģa nesošās konstrukcijas, dzinēja
integrācijas un rotora lāpstiņu izstrādei**

TEHNISKĀ SPECIFIKĀCIJA

Pasūtītājs

Mesh Robotics SIA, Reģ Nr. 40103780994, Dambja iela 5, Rīga, LV-1005

Projekts

AGRIDEF izstrāde

1. Iepirkuma priekšmets un mērķis

Iepirkuma priekšmets ir AGRIDEF bezpilota gaisa kuģa mehāniskās platformas izpēte, projektēšana, prototipēšana un tehniskās dokumentācijas izstrāde trīs savstarpēji saistītos virzienos:

- nesošā konstrukcija un šasija;
- spēka iekārtas jeb dzinēja integrācija;
- rotora lāpstiņu izstrāde.

Izstrādes rezultātā jāiegūst savstarpēji integrējami tehniskie risinājumi, kas izmantojami AGRIDEF pilna mēroga prototipa turpmākai izgatavošanai, integrācijai un testēšanai. Izpildītājam jānodrošina pietiekama projektēšanas brīvība, lai, pamatojoties uz aprēķiniem, simulācijām, pieredzi un pieejamajām tehnoloģijām, piedāvātu Pasūtītāja mērķiem atbilstošāko tehnisko risinājumu.

Pamatprincips: specifikācija nosaka sasniedzamo rezultātu un obligātos nodevumus, bet neierobežo Izpildītāju ar iepriekš noteiktu konkrētu konstrukcijas arhitektūru, dzinēja modeli vai rotora ģeometriju.

2. Izstrādes mērķi un projektēšanas pieņēmumi

AGRIDEF paredzēts kā modulārs bezpilota gaisa kuģis ar lielu kravnesību un iespēju izmantot dažādas lietderīgās kravas konfigurācijas. Izstrādes gaitā tehniskie parametri precizējami, pamatojoties uz izvēlētās arhitektūras aprēķiniem un validāciju.

Nr.	Statuss	Prasība / nodevums	Pārbaude
2.1	Obligāti	Projektēšanas mērķis - lietderīgā kravnesība vismaz 400 kg.	PDR/CDR dokumentācija
2.2	Obligāti	Nodrošināt iespēju ekspluatēt gaisa kuģi ar būtiski atšķirīgām lietderīgās kravas masām un definēt pieļaujamo smaguma centra diapazonu.	Aprēķini un CG modelis
2.3	Obligāti	Konstrukcijai jābūt modulārai un piemērotai dažādu kravas moduļu integrācijai.	CAD un interfeisu dokumentācija
2.4	Obligāti	Izstrādāt risinājumu, kas piemērots prototipēšanai un turpmākai rūpnieciskai ražošanai.	Ražošanas dokumentācija
2.5	Obligāti	Projektēšanā jāmazina nepamatota atkarība no viena konkrēta komponentu piegādātāja.	BOM un interfeisu specifikācijas
2.6	Vēlams	Izvērtēt iespēju palielināt lietderīgo kravnesību līdz 500 kg vai vairāk, ja tas ir tehniski un ekonomiski pamatoti.	Feasibility study / PDR

3. Vispārīgās projektēšanas prasības

Nr.	Statuss	Prasība / nodevums	Pārbaude
3.1	Obligāti	Noteikt un pamatot paredzamo MTOW, konstrukcijas pašmasas mērķi, lietderīgās kravas un degvielas masas diapazonus.	Aprēķinu ziņojums
3.2	Obligāti	Noteikt galvenos ģeometriskos parametrus, rotora pamatparametrus, nepieciešamo dzinēja jaudu un griezes momentu.	PDR dokumentācija

Nr.	Statuss	Prasība / nodevums	Pārbaude
3.3	Obligāti	Definēt galvenos slodžu gadījumus un galveno sistēmu savstarpējos mehāniskos interfeisus.	Load case / ICD dokumentācija
3.4	Obligāti	Visus būtiskos tehniskos risinājumus pamatot ar aprēķiniem, simulācijām, analīzi vai eksperimentāliem datiem.	Design substantiation
3.5	Vēlams	Konceptuālajā posmā salīdzināt vismaz divas tehniski realizējamās arhitektūras vai būtiski atšķirīgus risinājumu variantus.	SRR/PDR salīdzinājums
3.6	Vēlams	Salīdzinājumā vērtēt masu, kravnesību, nepieciešamo jaudu, lidojuma ilgumu, drošumu, apkopjamību, ražojamību, izmaksu potenciālu un komponentu pieejamību.	Salīdzinošā matrica

4. Nesošās konstrukcijas un šasijas izstrāde

Izpildītājam jāizstrādā gaisa kuģa nesošā konstrukcija, nodrošinot mehānisku integrāciju ar pārējām galvenajām sistēmām un pietiekamu stiprību visā paredzētajā ekspluatācijas aploksnē.

Nr.	Statuss	Prasība / nodevums	Pārbaude
4.1	Obligāti	Izstrādāt nesošo konstrukciju ar integrācijas zonām rotora sistēmai, spēka iekārtai, transmisijai (ja nepieciešama), degvielas sistēmai, vadības piedziņām, avionikai, elektroiekārtām, sakaru iekārtām, landing gear un lietderīgās kravas stiprinājumam.	CAD/rasējumi
4.2	Obligāti	Definēt pieļaujamo lietderīgās kravas masas, novietojuma un smaguma centra diapazonu.	CG envelope
4.3	Obligāti	Veikt statisko slodžu, rotora slodžu ievades, spēka iekārtas/transmisijas slodžu, lietderīgās kravas un nosēšanās slodžu analīzi.	Aprēķinu ziņojums
4.4	Obligāti	Veikt kritisko nesošo elementu FEM analīzi un pamatot izmantotos drošības koeficientus.	FEM modeļi + ziņojums
4.5	Obligāti	Identificēt konstrukcijas elementus, kas ierobežo maksimālo MTOW vai lietderīgo kravnesību.	Design limits ziņojums
4.6	Obligāti	Nodrošināt apkopes piekļuvi galvenajiem agregātiem un iespēju tos nomainīt bez nesamērīgas platformas demontāžas.	CAD + apkopes koncepcija
4.7	Vēlams	Pamatarchitektūru veidot izmantojamu vairākām AGRIDEF modifikācijām ar atšķirīgiem kravas moduļiem vai spēka iekārtām.	Modularitātes apraksts

5. Dzinēja un spēka iekārtas integrācijas izstrāde

Šī iepirkuma ietvaros nav obligāti jāizstrādā pats dzinējs no nulles. Izpildītāja uzdevums ir noteikt AGRIDEF nepieciešamos spēka iekārtas parametrus un izstrādāt tās integrācijas risinājumu gaisa kuģa konstrukcijā.

Nr.	Statuss	Prasība / nodevums	Pārbaude
5.1	Obligāti	Noteikt nepieciešamo ilgstošo un maksimālo jaudu, griezes momentu, darba apgriezienu diapazonu, masas un gabarītu robežas, dzesēšanas prasības un degvielas patēriņa mērķus.	Powerplant requirement specification
5.2	Obligāti	Izstrādāt dzinēja stiprinājuma un vibrāciju izolācijas risinājumu.	CAD + aprēķini
5.3	Obligāti	Izstrādāt dzesēšanas, gaisa ieplūdes, izplūdes un degvielas sistēmas mehāniskās integrācijas risinājumu.	CAD/ICD
5.4	Obligāti	Definēt dzinēja-transmisijas mehānisko interfeisu un nepieciešamos ECU, sensoru, startera un elektroapgādes interfeisus.	Engine Interface Specification
5.5	Obligāti	Nodrošināt dzinēja apkopes un nomaiņas iespēju.	Apkopes koncepcija
5.6	Obligāti	Konstrukciju bez tehniska pamatojuma nepadarīt neatgriezeniski atkarīgu no viena konkrēta dzinēja modeļa.	Interfeisu arhitektūra
5.7	Vēlams	Izvērtēt vismaz divus tirgū pieejamus vai izstrādes stadijā esošus spēka iekārtas risinājumus.	Salīdzinošā matrica
5.8	Vēlams	Izvērtēt spēka iekārtas jaudas rezervi turpmākam MTOW un krāvnēsības pieaugumam.	Feasibility study

6. Rotora lāpstiņu izstrāde

Izpildītājam jāveic rotora lāpstiņu aerodinamiskā un strukturālā izstrāde atbilstoši izvēlētajai gaisa kuģa arhitektūrai un projekta masas/jaudas parametriem.

Nr.	Statuss	Prasība / nodevums	Pārbaude
6.1	Obligāti	Noteikt un pamatot rotora diametru, lāpstiņu skaitu, lāpstiņas garumu, hordas sadalījumu, profila izvēli, savērpumu, masas sadalījumu, stingumu un rotora RPM diapazonu.	Rotor design report
6.2	Obligāti	Izstrādāt lāpstiņas saknes un stiprinājuma interfeisu.	CAD/rasējumi
6.3	Obligāti	Veikt aerodinamiskos aprēķinus vismaz hover, vertikālas pacelšanās, horizontāla lidojuma, nominālā kruīza, maksimālās projektēšanas masas un samazinātas kravas režīmiem.	Aerodinamiskais ziņojums
6.4	Obligāti	Noteikt nepieciešamo rotora jaudu un celjspējas rezervi galvenajos projektēšanas režīmos.	Power/performance modelis
6.5	Obligāti	Veikt centrālās, lieces, vērpes, deformāciju un kritisko spriegumu analīzi.	Strukturālais ziņojums
6.6	Obligāti	Veikt noguruma slodžu sākotnējo izvērtējumu un dinamisko/modālo īpašību izvērtējumu.	Analīzes ziņojums
6.7	Obligāti	Definēt lāpstiņu masas, statiskās balansēšanas un momenta pielāides.	Ražošanas/QA specifikācija
6.8	Vēlams	Izgatavot vismaz vienu pilna mēroga prototipa lāpstiņu komplektu un veikt strukturālus testus.	Prototips + testa protokols

7. Prototipēšana un eksperimentālā pārbaude

Nr.	Statuss	Prasība / nodevums	Pārbaude
7.1	Obligāti	Izstrādāt prototipēšanas un verifikācijas plānu, nosakot kritisko tehnisko pieņēmumu pārbaudes metodes.	Verification Plan
7.2	Obligāti	Izgatavot un eksperimentāli pārbaudīt vismaz tos kritiskos konstrukcijas elementus vai mezglus, kuru darbību nav iespējams pietiekami pamatot tikai ar aprēķiniem.	Testa protokoli
7.3	Obligāti	Dokumentēt visus iepirkuma ietvaros veiktos testus, to konfigurāciju, mērījumu rezultātus un secinājumus.	Test reports
7.4	Vēlams	Sasniegt gatavības pakāpi, kas ļauj izgatavot un samontēt pilna mēroga mehāniskās platformas prototipu.	Prototipa gatavības pārskats
7.5	Vēlams	Veikt šasijas statiskās slodzes, lāpstiņu, dzinēja integrācijas stenda un vibrāciju testus tādā apmērā, ko pamato PDR/CDR rezultāti.	Testa protokoli

8. Projektēšanas posmi un pārskati

SRR - System Requirements Review: Prasību precizēšana, sākotnējais sizing, masas un jaudas aprēķini, tehniskās koncepcijas un galveno risku izvērtējums.

PDR - Preliminary Design Review: Izvēlēta arhitektūra, mass budget, CG envelope, rotor sizing, power requirement, konstrukcijas koncepcija un galvenie interfeisi.

CDR - Critical Design Review: Detalizēta konstrukcija, aprēķini, materiāli, CAD, ražošanas dokumentācija un prototipēšanas/testu plāns.

FDR - Final Design Review: Prototipēšanas un testu rezultāti, konstrukcijas korekcijas un gala Design Definition dokumentācija.

Pāreja uz nākamo projektēšanas posmu notiek pēc attiecīgā posma rezultātu saskaņošanas ar Pasūtītāju. Pasūtītājam ir tiesības pieprasīt pamatotas korekcijas, ja tās nepieciešamas specifikācijas prasību sasniegšanai.

9. Obligātie gala nodevumi

1. Sistēmas un konstrukcijas tehnisko prasību dokumentācija.
2. Izvēlētas koncepcijas un būtisko projektēšanas lēmumu pamatojums.
3. Mass budget un smaguma centra (CG) modelis.
4. Galveno slodžu gadījumu definīcija un konstrukcijas aprēķini.
5. Aerodinamiskie aprēķini un rotora veiktspējas modelis.
6. FEM/CAE modeļi un aprēķinu ziņojumi.
7. Pilns izstrādāto konstrukciju 3D CAD komplekts.
8. Neitrāla formāta STEP modeļi.
9. Detaļu un mezglu ražošanas un montāžas rasējumi.
10. BOM un materiālu specifikācijas.
11. Dzinēja prasību specifikācija un Engine Interface Specification.
12. Rotora un lāpstiņu projektēšanas dokumentācija un ražošanas dati.
13. Prototipēšanas un verifikācijas plāns.
14. Veikto testu metodikas, mērījumu dati un rezultātu protokoli.
15. Identificēto tehnisko risku saraksts ar ieteicamajiem mazināšanas pasākumiem.
16. Gala Design Definition dokumentu komplekts.

Būtiska prasība: CAD, CAE un aprēķinu modeļi jānodod arī rediģējamā sākotnējā formātā, ne tikai PDF vai citā skatīšanai paredzētā formātā.

10. Vēlamie papildu rezultāti

Pretendenta piedāvājumā papildus vēlams paredzēt tālāk minētos darbus. Tie nav minimālās atbilstības priekšnosacījums, ja vien iepirkuma nolikumā nav noteikts citādi.

- pilna mēroga mehāniskās platformas prototipa izgatavošana;
- pilna rotora lāpstiņu komplekta izgatavošana;
- konstrukcijas statiskās slodzes testi;
- rotora/lāpstiņu strukturālie testi;
- dzinēja integrācijas stenda testi un vibrāciju mērījumi;
- alternatīvu spēka iekārtu salīdzinājums;
- konstrukcijas masas optimizācija;
- ražošanas tehnoloģijas un tooling koncepcija;
- sākotnējs sērijveida ražošanas izmaksu novērtējums.

11. Intelektuālais īpašums un konstrukcijas neatkarība

Izstrādātajiem risinājumiem jābūt tādiem, lai Pasūtītājam būtu tiesības un tehniskās iespējas tos izmantot AGRIDEF izstrādei, prototipēšanai, testēšanai, modificēšanai un ražošanai. Precīzs mantisko tiesību, licenču un background IP režīms nosakāms iepirkuma līgumā.

- Izpildītājam jāidentificē izstrādē izmantotais trešo personu intelektuālais īpašums, licences vai citi ierobežojumi, kas var ietekmēt Pasūtītāja tiesības izmantot vai ražot izstrādāto konstrukciju.
- Ja tiek izmantots Izpildītājam iepriekš piederošs tehniskais risinājums (background IP), tam jābūt skaidri identificētam pirms tā iekļaušanas gala risinājumā.
- Izpildītājam nekavējoties jāinformē Pasūtītājs par identificētiem intelektuālā īpašuma riskiem, kas var būtiski ierobežot projekta turpmāku izmantošanu vai ražošanu.

12. Ražojamība un piegādes ķēdes neatkarība

Gala konstrukcijai un dokumentācijai jābūt izstrādātai tādā detalizācijas pakāpē, lai Pasūtītājs varētu nodot izstrādāto detaļu un mezglu izgatavošanu citam atbilstoši kvalificētam ražotājam bez sākotnējā Izpildītāja obligātas turpmākas iesaistes.

- prioritāri izmantot rūpnieciski pieejamus un identificējamus materiālus;
- komerciāliem komponentiem norādīt pilnu specifikāciju un, kur iespējams, alternatīvas;
- izmantot atkārtojamas un rūpnieciski realizējamās ražošanas tehnoloģijas;
- definēt kritiskās pielāgšanas, materiālu apstrādes un kvalitātes kontroles prasības;
- projektēšanas lēmumos ņemt vērā iespējamu piegādes avotu maiņu turpmākajā produkta dzīves ciklā.

13. Sadarbības modelis un Pasūtītāja ievaddati

Izstrāde veicama ciešā sadarbībā ar Pasūtītāja tehnisko komandu. Pasūtītājs projekta gaitā var nodrošināt papildu tehniskos materiālus, eksperimentālus datus, komponentu paraugus, potenciālo piegādātāju informāciju vai ekspertu konsultācijas. Šāda informācija uzskatāma par projekta ievaddatiem, un tās pieejamība nedrīkst būt obligāts priekšnosacījums Izpildītāja spējai sasniegt šajā specifikācijā noteikto rezultātu.

14. Pieņemšanas kritēriji

Nr.	Statuss	Prasība / nodevums	Pārbaude
14.1	Obligāti	Katram obligātajam nodevumam jābūt iesniegtam saskaņotā formātā un pietiekamā detalizācijas līmenī.	Pasūtītāja dokumentu pārbaude
14.2	Obligāti	Būtiskajiem projektēšanas lēmumiem jābūt izsekojami pamatotiem ar aprēķiniem, analīzi vai testiem.	Design review protokoli
14.3	Obligāti	CAD/CAE/aprēķinu faili jābūt atveramiem un rediģējamiem ar saskaņotu programmatūru vai nodotiem neitrālā formātā, kas nodrošina turpmāku izmantošanu.	Failu tehniskā pārbaude
14.4	Obligāti	Ražošanas dokumentācijai jābūt pietiekamai, lai kvalificēts trešās puses ražotājs varētu sagatavot izgatavošanas piedāvājumu bez būtiskas papildu konstruktoru izstrādes.	Ražojamības pārbaude
14.5	Obligāti	SRR, PDR, CDR un FDR posmi uzskatāmi par izpildītiem pēc Pasūtītāja rakstiska saskaņojuma.	Saskaņošana s protokols

15. Ieteicamās prasības Izpildītāja kompetencei

Šī sadaļa paredzēta apspriešanai ar iepirkuma kolēģiem. Kvalifikācijas prasības vēlams formulēt tā, lai tās apliecinātu reālu spēju veikt darbu, bet nepamatoti nesašaurinātu konkurenci.

- pieredze gaisa kuģu, bezpilota sistēmu, helikopteru, rotoru sistēmu vai salīdzināmas dinamiskas mehāniskās platformas projektēšanā;
- pieredze nesošo konstrukciju CAD/CAE un FEM aprēķinos;
- pieredze rotējošu aerodinamisku elementu vai līdzvērtīgu kompozītmateriālu konstrukciju projektēšanā;
- pieredze iekšdedzes dzinēju vai citas spēka iekārtas integrācijā transporta vai aviācijas platformā;
- spēja nodrošināt prototipēšanu un testēšanu paša resursiem vai ar kvalificētu apakšuzņēmēju palīdzību.