

**TEHNISKĀ SPECIFIKĀCIJA**  
**Aklātajam konkursam**  
**“Mākoņrisinājumā balstīta programmatūras izstrāde, kas ietver datu bāzi, analīzes un**  
**citu funkcionalitāti”**  
(identifikācijas numurs LMT/BRAVO/2026-14)

1. Šī specifikācija apraksta izstrādājamās programmatūras produktu, kura mērķis ir ievākt medicīniskās informācijas un sensoru ierīču datus, veikt to validāciju, saglabāšanu, organizēšanu, kā arī apstrādi kontekstā ar citiem datiem (lineāri un ar MI algoritmiem) un piekļuves organizēšanu ārējām sistēmām, nodrošinot mākoņrisinājumus balstītu platformu (izstrādāt jaunu platformu vai pielāgot esošu platformu) kā pakalpojumu medicīnisko pētījumu veikšanai saistībā ar izelpas analīzi.
2. Pretendents iesniedz Tehnisko piedāvājumu atbilstoši AS “LabMedTech” atklātā konkursā izsludinātā iepirkuma “Mākoņrisinājumā balstīta programmatūras izstrāde, kas ietver datu bāzi, analīzes un citu funkcionalitāti” (identifikācijas numurs LMT/BRAVO/2026-14) Nolikuma un Tehniskās specifikācijas prasībām, Tehniskajā piedāvājumā detalizēti aprakstot visu prasību izpildi, nodrošināšanu un realizāciju, ietverot visas ar izstrādi, piegādi, un garantijas tehnisko atbalstu saistītās darbības, kuru rezultātā tiks nodrošināta Iepirkuma priekšmeta realizācija. Aprakstam jābūt tik detalizētam, lai Pasūtītājs gūtu pārliecību par Pretendenta spējam izpildīt visas iepirkuma Nolikumā un Tehniskajā specifikācijā izvirzītās prasības.

**TEHNISKĀS PRASĪBAS / SPECIFIKĀCIJA:**

| <b>Izstrāde/ Piegāde/Garantijas tehniskais atbalsts*</b>                 | <b>Skaits</b> | <b>Vienība</b> | <b>Prasības</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Bāzes platforma mākoņrisinājumā medicīnisko pētījumu veikšanai</b> | 1             | Platforma      | <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Atrašanās vieta un atbilstība:</b> Platformai jāatrodas Eiropas Savienībā (ES) un tai stingri jāatbilst VDAR (GDPR) un citiem piemērojamajiem ES un Latvijas normatīvajiem aktiem par veselības datu aizsardzību. Visi dati, tostarp dublējumi, žurnāli un testa vides, glabājami un apstrādājami tikai ES/EEZ teritorijā.</li><li>● <b>Datu apstrāde un veikspēja:</b> Platformai jāspēj saņemt datus, veikt reāllaika vai gandrīz reāllaika datu analīzi, kvalitātes kontroli ar anomāliju noteikšanu. Tai jānodrošina novirzes kompensācija, signāla datu normalizācija atbilstoši vides izmaiņām, kā arī vairāku instrumentu harmonizēšana.</li><li>● <b>Arhitektūra:</b> Risinājumam jābūt ieviestam kā vairāku nomnieku (multi-tenant) tīmekļa lietojumprogrammai ar moduļu arhitektūru un konteineru orķestrēšanu. Visiem pakalpojumiem jābūt konteinerizētiem un glabātiem centralizētā konteineru reģistrā. Arhitektūrai jābūt elastīgai un paplašināmai tā, lai Pasūtītājs varētu pievienot jaunus datu apstrādes soļus, algoritmus un modeļus, neizmainot Platformas pirmkodu.</li><li>● <b>Datu glabāšana:</b> Galvenie transakciju un konfigurācijas dati jāglabā pārvaldītā relāciju datubāzē. Liela apjoma sensoru un žurnālu dati jāglabā mērogojamā objektu krātuvē, bet laikrindu vaicājumiem jāizmanto specializēta laikrindu datubāze.</li><li>● <b>Drošība un šifrēšana:</b> Visa datplūsma jāšifrē. Ārējai datplūsmai jāizmanto TLS pārtraukšana slodzes līdzsvarotajā vai API vārtējā. Ilgstoši neizmantojamiem datiem (miera stāvoklī) datubāzēs, objektu krātuvēs un pievienotajās glabātuvēs jāizmanto pārvaldīta šifrēšana ar atslēgu pārvaldības sistēmu.</li></ul> |

|                                                                        |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------|---|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        |   |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Piekļuves kontrole un uzraudzība:</b> Autentifikācijai un autorizācijai jāizmanto centralizēta identitātes pārvaldības sistēma ar uz lomām balstītu piekļuves kontroli. Platformā jāievieš atbilstoša darbību žurnālēšana, metrikas un sistēmas uzraudzība, izmantojot centralizētus audītēšanas un drošības stāvokļa uzraudzības rīkus incidentu un draudu noteikšanai.</li> <li>● <b>Pārnesamība:</b> Platforma jāpadara pieejama klientam pēc projekta pabeigšanas, un tā jāveido tā, lai to varētu izvietot arī Pasūtītāja serverī (kā konteinerizētu risinājumu). Pasūtītājam jāspēj patstāvīgi izmantot datus modeļu apmācībai un pievienot savus <i>Python</i> vidē izstrādātus datu apstrādes algoritmus un modeļus, kā arī tos patstāvīgi izvietot, konfigurēt un nomainīt bez Piegādātāja līdzdalības un bez Platformas pirmkoda izmaiņām.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>1.1. Droša, automatizēta datu apmaiņa</b>                           | 1 | Modulis | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Šifrēšana un drošība:</b> Jānodrošina datu pārraides funkcionalitāte ar obligātu šifrēšanu tranzītā (vismaz AES-256 un TLS 1.3 standarti) un šifrēšanu miera stāvoklī.</li> <li>● <b>Datu apmaiņas mehānismi:</b> Modulim jāatver RESTful vai līdzvērtīgi saskarnes (API) galapunkti. Jānodrošina uz notikumiem balstītas integrācijas ar asinhronu piegādi un ziņojumu buferizāciju uzticamai atsaistei. RESTful API ir jāļauj elpošanas analīzes instrumentiem augšupielādēt jaunus mērījumu datus.</li> <li>● <b>Failu pārsūtīšana:</b> Drošai failu pārsūtīšanai no medicīnas ierīcēm vai partneriem jāatbalsta standarta protokoli (piemēram, SFTP).</li> <li>● <b>Pārvaldība:</b> API atslēgas, sertifikāti un akreditācijas dati jāglabā drošā noslēpumu pārvaldības (secrets management) sistēmā. Piekļuves kontrole jāintegrē ar API vārteju. Visa piekļuve un konfigurācijas izmaiņas jāreģistrē audita žurnālos un jāsaista ar automatizētu draudu noteikšanas sistēmu atbilstoši veselības aprūpes un VDAR prasībām. Piegādātājam jānodrošina incidentu reaģēšanas plāni saskaņā ar VDAR, tostarp Pasūtītāja informēšana par personas datu aizsardzības pārkāpumu termiņā, kas ļauj izpildīt VDAR 33. panta prasības.</li> </ul> |
| <b>1.2. Datu priekšapstrāde, mērogošana, transformācija, datu bāze</b> | 1 | Modulis | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Signālu apstrādes loģika:</b> Modulim jāīsteno laikrindu un citu datu tipu priekšapstrāde elpas analīzes instrumentu datu analīzei. Elpas analīzes instrumenta dati satur mērījumu parametrus, palīgdatu (piemēram, vides un instrumenta apstākļus), kā arī sensoru reakcijas datus no vairākiem sensoriem. Signālu apstrādes konveijeram jābūt konfigurējamam un paplašināmam, lai vēlāk varētu pievienot jaunus instrumentus ar mainīgu datu struktūru. Signālu apstrādes konveijeram jāietver mērījumu perioda un izelpas fāzes noteikšana, sensora bāzes līnijas vizualizācija, normalizācija un kalibrēšana (lai kompensētu temperatūras, mitruma un spiediena svārstības, kā arī sensora novecošanos).</li> <li>● <b>Kļūdu noteikšana:</b> Jānodrošina kļūdaina signāla noteikšana (piemēram, troksnis, pārmērīgi lieli maksimumi) un pazīmju iegūšana (delta normalizācija, izelpas raksturīgās pazīmes).</li> <li>● <b>Datu konveijeri (Pipelines):</b> Priekšapstrāde jāīsteno, izmantojot mērogojamus datu transformācijas rīkus, kas darbojas datu ezerā ar centralizētu datu katalogu.</li> </ul>                                                                                                                                |

|                                   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|---|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   |   |         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Instrumentu kalibrēšanas dati:</b> jāuzglabā sistēmā un atbilstoši jāintegrē datu plūsmā. Kalibrēšanas dati var ietvert atsauces mērījumus. Jāievieš īpaša kalibrēšanas plūsma, kas no kalibrēšanas mērījumiem iegūst kalibrēšanas parametrus, tādējādi samazinot nobīdes un sensoru novecošanās, savstarpējo traucējumu un ierīču atšķirību ietekmi.</li> <li>• <b>Datu glabāšanas formāti:</b> Sagatavotie un vēsturiskie dati jāglabā objektu krātuvē optimizētos, šifrētos formātos (piemēram, CSV vai JSON). Strukturētiem vaicājumiem jāizmanto relāciju datubāze, bet laikrindām – laikrindu datubāze.</li> <li>• <b>Datu pārvaldība (Governance):</b> Datu piekļuve un shēmas evolūcija stingri jāierobežo ar datu pārvaldības slāni, nodrošinot, ka lietotāji redz tikai atļautos datus. Jāievieš automatizēta sensitīvu personas datu atklāšana neapstrādātos un iepriekš apstrādātos slāņos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1.3. Datu analīzes un modeļu vide | 1 | Modulis | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Analītiskā funkcionalitāte:</b> Modulim jānodrošina vide, kurā tiek pieslēgti, izpildīti un uzturēti Pasūtītāja izstrādātie vai pieprasītie matemātiskie, statistiskie un uz mašīnmācīšanos (ML) balstītie algoritmi (t.sk. neironu tīkli), lai ģenerētu prognozes un noteiktu grupas piederību slimībām. Jānodrošina pazīmju un to ietekmes analīzes rīki. Algoritmu un modeļu zinātnisko saturu, izvēli un validāciju nosaka Pasūtītājs; Piegādātājs neizstrādā pētnieciskos algoritmus, bet nodrošina to pieslēgšanas, apmācības, izpildes un izvietošanas iespējas.</li> <li>• <b>Mašīnmācīšanās (ML) platforma:</b> Modeļu pieslēgšanai, apmācībai un izpildei jāizmanto vienota, pārvaldīta ML platforma datu izpētei un sadarbībai. Jānodrošina pārvaldīti apmācības procesi, izmantojot Pasūtītāja pievienotos Python vidē izstrādātos algoritmus vai pielāgotus konteinerus, bez Platformas pirmkoda izmaiņām. Piegādātājs nodrošina dokumentētu algoritmu pieslēgšanas saskarni un vismaz divus references piemērus.</li> <li>• <b>MLOps un pārvaldība:</b> Jāievieš eksperimentu izsekošana, modeļu versiju pārvaldība (reģistrs), modeļa izskaidrojamības un neobjektivitātes (bias) analīze medicīniskiem mērķiem. Atkārtotām darbplūsmām jāizmanto automatizēti ML konveijeri.</li> <li>• <b>Infrastrukturā uzraudzība:</b> Visas darbības, atbilstības/kontroles pierādījumi un metrikas automātiski jānovirza uz centralizētu žurnālēšanas un audita sistēmu.</li> <li>• <b>Ārējo modeļu un lielo valodas modeļu (LLM) pieslēgšana:</b> Platformai jānodrošina konfigurējama saskarne, kas ļauj Pasūtītājam patstāvīgi pieslēgt, nomainīt un atslēgt ārējus vai lokāli izvietotus MI modeļus, tostarp lielos valodas modeļus (LLM), norādot pakalpojuma galapunktu, autentifikācijas datus un lietošanas ierobežojumus, bez Platformas pirmkoda izmaiņām. Jānodrošina pieslēgto modeļu un pakalpojumu reģistrs, versiju un konfigurācijas pārvaldība, lietojuma uzskaitē, kā arī iespēja noteikt, kādi dati drīkst tikt nodoti ārējiem pakalpojumiem, nepieļaujot personas datu nodošanu ārpus ES/EEZ bez Pasūtītāja atļaujas.</li> </ul> |

|                                                                                        |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.4. Modeļa izvietošana izmantošanai pētniekiem un veselības aprūpes personālam</b> | 1 | Modulis | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Izvietošanas arhitektūra:</b> Pasūtītāja izstrādātie vai pieprasītie modeļi jāspēj izvietot, mitināt un izmantot mērogojamā vidē, ko pārvalda caur API vārteju. Jānodrošina standartizēts modeļu pieņemšanas formāts (piemēram, konteinerizēts modelis, ONNX vai Python artefakts), modeļu versionēšana un iespēja Pasūtītājam patstāvīgi izvietot jaunu modeļa versiju bez Piegādātāja līdzdalības. Piekļuvei jābūt saderīgai ar VDAR prasībām.</li> <li>● <b>Tīkla drošība un integrācija:</b> Tīkla piekļuve modeļu galapunktiem jāierobežo ar virtuāliem privātiem tīkliem, drošības grupām un privātām saitēm, nodrošinot drošu savienojumu ar slimnīcu un pētniecības tīkliem.</li> <li>● <b>Uzraudzība:</b> Sistēmai reāllaikā jāseko līdzi darbības rādītājiem (latentums, kļūdu līmenis, caurlaidspēja), kā arī jānosaka datu un modeļa novirzes (drift). Visi API izsaukumi jāreģistrē ar pilnīgu izsekojamību audita žurnālos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>1.5. Saskaņe datu pārlūkošanai, pētniecībai</b>                                     | 1 | Modulis | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Lietotāja saskaņe (UI):</b> Pētniekiem un ārstiem jānodrošina droša tīmekļa lietojumprogramma, kas pieejama globāli ar zemu latentumu un ir aizsargāta ar tīmekļa lietojumprogrammu ugunsūmri (WAF).</li> <li>● <b>Funkcionalitāte:</b> Saskaņei jānodrošina datu pārlūkošana, pārskatu ģenerēšana, rezultātu vizualizācija un datu apkopošana, balstoties uz grupas piederību un mērījumiem. Jāintegrē biznesa intelekta (BI) vai interaktīvas analītiskas paneļi informācijas atveidošanai.</li> <li>● <b>Dažādiem lietotāju tipiem ir nepieciešamas dažādas lietotāja saskarnes:</b> Lietotāju tipi ietver administratorus (kuri var veikt dublēšanu, atjaunināšanu, lietotāju pārvaldību), klīnicistus (ārstus, medmāsas) ar piekļuvi datiem par saviem pacientiem un iespēju augšupielādēt jaunus mērījumus, pētniekus ar iespēju piekļūt datu kopām un konfigurēt/ieviet datu analīzes plūsmas.</li> <li>● <b>Piekļuve un kontrole:</b> Autentifikācijai un autorizācijai jāizmanto centralizēts risinājums ar uz lomām un atribūtiem balstītām atļaujām (RBAC/ABAC). Visas lietotāja saskarnes darbības, īpaši datu eksports un piekļuve, jāreģistrē un jāsiglabā audita vajadzībām.</li> </ul> |
| <b>1.6. Platformas modulis pacientu metadatu vākšanai un piekrišanas pārvaldībai</b>   | 1 | Modulis | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Datu bāze un drošība:</b> Pacientu metadati un piekrišanas ieraksti jāsiglabā izolētā datubāzē ar stingru tīkla kontroli un šifrēšanu.</li> <li>● <b>Arhitektūra:</b> Datu ievades un rediģēšanas loģika jāīsteno kā mikropakalpojumi aiz API vārtejas.</li> <li>● <b>Privātums un atbilstība:</b> Visām datu subjekta tiesību darbībām (piekļuve, labošana, dzēšana) un piekrišanas izmaiņām jāizveido nemaināmi auditācijas pieraksti. Sistēmai jānodrošina saskaņe, kurā persona dod aktīvu piekrišanu darbībām ar datiem. Visi personas dati visās datu kopās jāuzsiglabā un jāapstrādā tā, lai nodrošinātu aizsardzību saskaņā ar VDAR un piemērojamajiem ES veselības datu aizsardzības noteikumiem.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                      |   |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.7. Platformas pielāgošana darbam ar jaunajiem datu veidiem (GC un MOX integrācija) | 1 | Atjaunināta platforma | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Paplašināmība:</b> Platformai jābūt spējīgai asimilēt papildu datu modalitātes, piemēram, gāzes hromatogrāfijas (GC) un metāla oksīda (MOX) sensoru rādījumus. Jānodrošina GC datu ielasīšana, maksimuma noteikšana un savienojumu saskaņošana.</li> <li>• <b>Datu konveijeri:</b> Jauno datu apstrādes un ielasīšanas loģika jāievieš kā automatizēti datu apstrādes darbi, kas strādā ar objektu krātuvē saglabātajiem datiem un ir pārvaldīti caur centrālo datu katalogu.</li> <li>• <b>Lielapjoma analītika:</b> Laikam piederīgas pazīmes un pīķi jā saglabā relāciju vai laikrindu datubāzēs. Liela mēroga multimodālas pazīmju kopas jā saglabā optimizētā formātā, nodrošinot iespēju veikt ātrdarbīgus SQL vaicājumus, izmantojot analītiskās datu noliktavas vai vaicājumu rīkus.</li> <li>• <b>Multimodālā modeļošana:</b> Lai apvienotu GC iegūtās un MOX sensoru pazīmes, vienmodālajiem un multimodālajiem modeļiem jāizmanto vienots MLOps dzīves cikls (apmācība, eksperimenti, konveijeri un reģistrs) centralizētajā ML platformā.</li> <li>• <b>Vizuālā analīze:</b> Integrētai hromatogrammu, GOS profilu un sensoru nospiedumu vizuālajai analīzei jābūt pieejamai caur API un atveidotai drošos, iegultos informācijas paneļos. Visai piekļuvei abām datu modalitātēm jābūt centralizēti audītējamai un aizsargātai.</li> </ul> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2. Bāzes platformas mākonīsinājumā medicīnisko pētījumu veikšanai integrālie elementi

### 2.1. Datu un ierīču saskarņu paraugi

| MOX sensoru dati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | GC dati                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Pacientu metadati                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Tehniskie formāti<br>Jānorāda konkrēti atbalstāmie formāti:                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• ierīces identifikators;</li> <li>• mērījuma datums un laiks;</li> <li>• sensora kanāla identifikators;</li> <li>• izejas signāla vērtība;</li> <li>• temperatūra;</li> <li>• mitrums;</li> <li>• spiediens;</li> <li>• plūsmas ātrums;</li> <li>• mērījuma fāze;</li> <li>• kalibrēšanas informācija;</li> <li>• kļūdu un statusa kodi.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• hromatogrammas faila piemērs;</li> <li>• laika ass;</li> <li>• signāla intensitāte;</li> <li>• pīķa identifikators;</li> <li>• retention time;</li> <li>• pīķa laukums;</li> <li>• pīķa augstums;</li> <li>• savienojuma nosaukums, ja zināms;</li> <li>• instrumenta identifikators;</li> <li>• kalibrēšanas un kvalitātes kontroles dati.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vecuma grupa;</li> <li>• dzimums, ja nepieciešams pētījumam;</li> <li>• diagnozes grupa;</li> <li>• pētījuma grupa;</li> <li>• medikamentu un blakusslimību lauki;</li> <li>• piekrišanas statuss;</li> <li>• pētījuma vizītes identifikators.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• JSON;</li> <li>• CSV;</li> <li>• Parquet;</li> <li>• XML, ja nepieciešams;</li> <li>• SFTP;</li> <li>• REST API;</li> <li>• OpenAPI specifikācija;</li> <li>• maksimālais faila izmērs;</li> <li>• kodējums;</li> <li>• laika zonas un datuma formāts;</li> <li>• obligātie un izvēles lauki.</li> </ul> |

### 2.2. Obligātā un nākotnes funkcionalitāte\*

| A. Obligāti piegādājamā funkcionalitāte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | B. Obligāti izstrādājama, bet projekta laikā precizējama funkcionalitāte                                                                                                                                                                                                                                                                             | C. Izvēles vai nākotnes funkcionalitāte                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• lietotāju un tiesību pārvaldība;</li> <li>• datu saņemšana ar API un SFTP;</li> <li>• datu validācija;</li> <li>• datu glabāšana;</li> <li>• auditācijas žurnāli;</li> <li>• pacientu metadatu un piekrišanas pārvaldība;</li> <li>• datu pārlūkošana un eksports;</li> <li>• pamata statistikas analīze;</li> <li>• Python algoritmu, Pasūtītāja modeļu un ārējo MI pakalpojumu (t.sk. LLM) pieslēgšana;</li> <li>• sistēmas izvietošana ES;</li> <li>• konteinerizācija un pirmkoda nodošana.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• signālu normalizācija;</li> <li>• kalibrācijas algoritmi;</li> <li>• anomāliju noteikšana;</li> <li>• izelpas fāzes noteikšana;</li> <li>• instrumentu harmonizācija;</li> <li>• modeļu apmācības un izvietošanas darbplūsmas;</li> <li>• ML modeļu reģistrs;</li> <li>• modeļu izskaidrojamība.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pilna GC datu automātiska savienojumu identifikācija;</li> <li>• multimodāli klīniskās diagnostikas modeļi;</li> <li>• ārējo slimnīcu sistēmu integrācijas;</li> <li>• automatizēta klīnisko lēmumu atbalsta funkcionalitāte;</li> <li>• papildu datu modalitātes.</li> </ul> |

\* Šīs prasības var tikt realizējamas kā nākotnes attīstības darbi ārpus šī iepirkuma robežām.

### 3. Pieņemšanas kritēriji katram modulim\*

| N.p.k. | Modulis               | Pieņemšanas kritērijs – modulis ir pieņemts, ja;                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Bāzes platforma       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• izvietota norādītajā vidē;</li> <li>• darbojas konteinerizēti;</li> <li>• ir dokumentēta arhitektūra;</li> <li>• pieejams pirmkods un CI/CD;</li> <li>• sistēma iztur slodzes testu;</li> <li>• visi dati atrodas ES.</li> </ul>                                                          |
| 2      | Datu apmaiņas modulis | <ul style="list-style-type: none"> <li>• API atbilst OpenAPI specifikācijai;</li> <li>• dati tiek pieņemti un validēti;</li> <li>• kļūdaini dati tiek noraidīti ar saprotamu kļūdas paziņojumu;</li> <li>• darbojas atkārtota ziņojumu piegāde;</li> <li>• darbojas SFTP;</li> <li>• piekļuves darbības tiek auditētas.</li> </ul> |

|          |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>3</b> | <b>Datu priekšapstrāde</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sistēma apstrādā noteiktos parauga failus;</li> <li>• tiek veikta normalizācija;</li> <li>• tiek identificētas definētās anomālijas;</li> <li>• tiek aprēķinātas norādītās pazīmes;</li> <li>• rezultāts ir reproducējams.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                |
| <b>4</b> | <b>ML un modeļu vides modulis</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• iespējams izveidot un palaist apmācības procesu;</li> <li>• iespējams reģistrēt modeļa versiju;</li> <li>• iespējams atkārtot eksperimentu;</li> <li>• pieejama modeļa metrika;</li> <li>• iespējama modeļa izvietošana API galapunktā;</li> <li>• darbojas modeļa izskaidrojamības rīks; iespējams pieslēgt un izvietot Pasūtītāja sagatavotu modeli, kā arī pieslēgt ārēju MI vai LLM pakalpojumu bez pirmkoda izmaiņām</li> </ul> |
| <b>5</b> | <b>Lietotāja saskarne</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• katrai lomai pieejamas tikai atļautās funkcijas;</li> <li>• iespējama datu pārlūkošana;</li> <li>• iespējama atskaišu veidošana;</li> <li>• iespējams datu eksports;</li> <li>• visas darbības tiek auditētas;</li> <li>• izpildīti lietojamības testi.</li> </ul>                                                                                                                                                                   |
| <b>6</b> | <b>Pacientu piekrišanas modulis</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• piekrišanu iespējams dot, atsaukt un atjaunot;</li> <li>• visas izmaiņas ir auditējamās;</li> <li>• piekrišanas atsaukšana ietelmē datu apstrādi;</li> <li>• iespējams izpildīt datu subjekta pieprasījumu;</li> <li>• sensitīvie dati ir nodalīti.</li> </ul>                                                                                                                                                                       |
| <b>7</b> | <b>GC/MOX modulis</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• tiek importēti Pasūtītāja dotie GC un MOX paraugi;</li> <li>• tiek identificēti pīķi;</li> <li>• dati tiek attēloti grafiski;</li> <li>• iespējams savienot GC un MOX pazīmes;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |  |                                                                                                  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• iespējams izmantot datus vienotā ML procesā.</li> </ul> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

**\*Modeļu vides pieņemšanas kritērijs**

Piegādātājam jānodrošina, ka Platformā ir iespējams pieslēgt, apmācīt, salīdzināt un izvietot vismaz trīs metodiski atšķirīgas Pasūtītāja modeļu pieejas, veikt šķērsvalidāciju, aprēķināt iepriekš noteiktās metrikas un iegūt reproducējamu rezultātu. Modeļu zinātnisko saturu un izvēli nodrošina Pasūtītājs; gala modeļa klīnisko piemērotību izvērtē Pasūtītāja zinātniskā un klīniskā komanda.

**4. Trešo pušu komponentes**

Pretendents pirms komponentes izmantošanas norāda tās licenci, izmaksas un lietošanas ierobežojumus. Nedrīkst izmantot komponentes, kas ierobežo Pasūtītāja tiesības modificēt, uzturēt vai nodot sistēmu citam uzturētājam, ja vien Pasūtītājs to iepriekš rakstiski nav apstiprinājis.

**5. Vendor lock-in**

Risinājumam jābūt izvietojamam Pasūtītāja infrastruktūrā vai cita pakalpojuma sniedzēja mākonīvidē bez būtiskas programmatūras pārbūves.

**6. Projekta posmi un starprezultāti**

| Posms                                                | Laika periods | Rezultāti                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. posms — prasību precizēšana un arhitektūra</b> | 3–4 nedēļas.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• detalizētas prasības;</li> <li>• datu modeļi;</li> <li>• arhitektūras dokuments;</li> <li>• drošības arhitektūra;</li> <li>• projekta plāns;</li> <li>• risku reģistrs;</li> <li>• pieņemšanas testu plāns.</li> </ul> |
| <b>2. posms — bāzes platforma</b>                    | 6–8 nedēļas.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• infrastruktūra;</li> <li>• lietotāju pārvaldība;</li> <li>• datubāzes;</li> <li>• API;</li> <li>• SFTP;</li> <li>• auditēšana;</li> <li>• pamata lietotāja saskarne.</li> </ul>                                        |
| <b>3. posms — datu priekšapstrāde</b>                | 6–8 nedēļas.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• datu konveijeri;</li> <li>• validācija;</li> <li>• normalizācija;</li> <li>• kalibrēšana;</li> <li>• kļūdu noteikšana;</li> </ul>                                                                                      |

|                                           |              |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                           |              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• datu katalogs.</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |
| <b>4. posms — ML un analītika</b>         | 6–8 nedēļas. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ML un ārējo modeļu (t.sk. LLM) pieslēgšanas vide;</li> <li>• eksperimentu izsekošana;</li> <li>• modeļu reģistrs;</li> <li>• apmācības un izvietošanas plūsmas;</li> <li>• paneļi un atskaites.</li> </ul> |
| <b>5. posms — GC/MOX integrācija</b>      | 4–6 nedēļas. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• GC imports;</li> <li>• pīķu noteikšana;</li> <li>• MOX datu apstrāde;</li> <li>• multimodālo datu struktūras;</li> <li>• vizualizācija.</li> </ul>                                                         |
| <b>6. posms — pieņemšana un ieviešana</b> | 3–4 nedēļas. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• drošības pārbaude;</li> <li>• veiktspējas tests;</li> <li>• lietotāju tests;</li> <li>• dokumentācija;</li> <li>• apmācība;</li> <li>• nodošana ekspluatācijā.</li> </ul>                                  |

**7. Platformas izstrādes nodalīšana no pētniecības un klīniskās validācijas  
Iepirkuma priekšmets A — programmatūras platforma**

| <b>Piegādātājs atbild par:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Pasūtītājs nodrošina:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Pētnieciskie algoritmi (Pasūtītāja atbildība)</b>                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• infrastruktūru;</li> <li>• datu saņemšanu;</li> <li>• datubāzēm;</li> <li>• datu pārvaldību;</li> <li>• lietotāju saskarnēm;</li> <li>• ML platformu;</li> <li>• Pasūtītāja modeļu izvietošanu;</li> <li>• auditēšanu;</li> <li>• drošību;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pētījuma dizainu;</li> <li>• klīnisko ekspertīzi;</li> <li>• marķētos datus;</li> <li>• datu kvalitātes skaidrojumu;</li> <li>• diagnožu un grupu definīcijas;</li> <li>• pieņemamos modeļu kvalitātes rādītājus;</li> <li>• klīnisko validāciju;</li> <li>• lēmumu par modeļa izmantošanu medicīniskos nolūkos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• signālu apstrādes metožu izvēle;</li> <li>• pazīmju izstrāde;</li> <li>• kalibrācijas modeļi;</li> <li>• slimību klasifikācijas modeļi;</li> <li>• modeļu salīdzināšana;</li> <li>• statistiskā validācija</li> </ul> |

|                                                                                     |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• GC/MOX datu tehnisku integrāciju.</li></ul> |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

Pretendenta vai tā pilnvarotā pārstāvja vārds un uzvārds \_\_\_\_\_  
Amats \_\_\_\_\_

*Šī dokumenta parakstīšanas datums ir pievienotā droša elektroniskā paraksta un tā laika zīmoga datums.  
Piedāvājumu (t.sk. šo dokumentu) paraksta pretendenta pārstāvis ar drošu elektronisko parakstu un laika zīmogu.*