

November 15, 2021

Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

NACIONĀLAIS  
ATTĪSTĪBAS  
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Jūrlietu un  
zivsaimniecības fonds



RĪGAS TEHNISKĀ  
UNIVERSITĀTE

Elektronikas un  
telekomunikāciju fakultāte

Rīgas Tehniskās universitātes  
Elektronikas un telekomunikācijas fakultātes  
Radioelektronikas institūta  
projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un  
dīkšaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes  
kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde  
akvakultūras objektu produktivitātes  
paaugstināšanai” Nr. 18-00-F02201-000003

Atskaite par projekta uzdevumiem 4.1. - 5.1.

2021

November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīķsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**

## Satura radītājs

|         |                                                                  |    |
|---------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana.....           | 3  |
| U4.1.   | Testēšana zivju audzētavās.....                                  | 3  |
|         | Nepārtrauktas periodiskas datu iegūšanas rezultātu piemēri ..... | 8  |
| U4.2.   | Sistēmas aparatūras un programmatūras daļas optimizēšana .....   | 9  |
| U4.2.1. | Sistēmas aparatūras daļas optimizēšana .....                     | 9  |
| U4.2.2. | Sistēmas programmatūras daļas optimizēšana .....                 | 15 |
|         | Publicitātes pasākumi.....                                       | 25 |
| U5.1.   | Zinātnisku rakstu izstrāde .....                                 | 25 |
|         | Pielikumi .....                                                  | 28 |

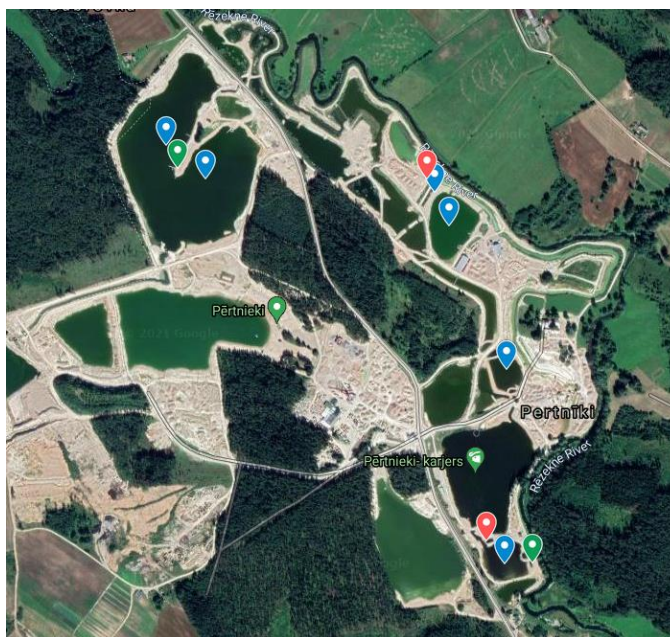
## 1. Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana

Dotās darba pakas ietvaros tiek realizēta sistēmas testēšanas reālos apstākļos. Tiks nodrošināta prototipu darbība dīkšsaimniecībās, ļaujot veikt reālā laika ūdens kvalitātes analīzi, veikt datu vākšanu lietotāja serverī, apkopot dīķa apsaimniekošanas datus. Uzmanība tiks pievērsta arī sistēmas autonomās darbības nodrošināšanas iespēju izpētei, pielietojot alternatīvās enerģijas avotus, ņemot vērā reālos darba apstākļus dīkšsaimniecībās. Testēšana dīkšsaimniecībās notiks pamīšus ar prototipu optimizēšanu, programmatūras uzlabošanu un atjaunošanu, balstoties gan uz reālos apstākļos pamanītām sistēmas nepilnībām, gan uz sadarbības partnera pārstāvja sniegtajām rekomendācijām.

### U4.1. Testēšana zivju audzētavās

Darba uzdevuma ietvaros tiks realizēta sistēmas darbības pārbaude reālos apstākļos, veicot nepārtrauktu periodisku datu iegūšanu no vairākiem sensoru tīklu mezgliem, nogādāšanu pielietojuma serverī, apstrādi, attēlošanu. Tiks izvērtētas iespējas vismaz vienā no dīkšsaimniecībām nodrošināt arī automatizētas barotavas vai aeratora vadību, balstoties uz projekta ietvaros realizētās programmatūras uzstādījumiem, iekļaujot vadāmo objektu kopējā sensoru tīklā.

Izveidotā sistēma tika testēta Dīkšsaimniecībā “Pērtņieki” netālu no Rēzeknes. Kopumā dīkšsaimniecībā tika izvietotas divas *Kerlink Wirnet Station* vārtejas un seši devēju mezgli dažādās ūdenstilpēs un divi mezgli aeratoru kontrolei.



4.1.1 att. Iekārtu izvietojuma shēma “Pērtņiekos”. Devēju mezgli zilā krāsā, aeratori zaļā un vārtejas - sarkanā krāsā.

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.

November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**

Visiem devēju mezgliem pievienoti izšķīdušā skābekļa, temperatūras un pH devēji. Četriem no sešiem mezgliem ir arī vadītspējas un oksidēšanās-reducēšanās potenciāla devēji.

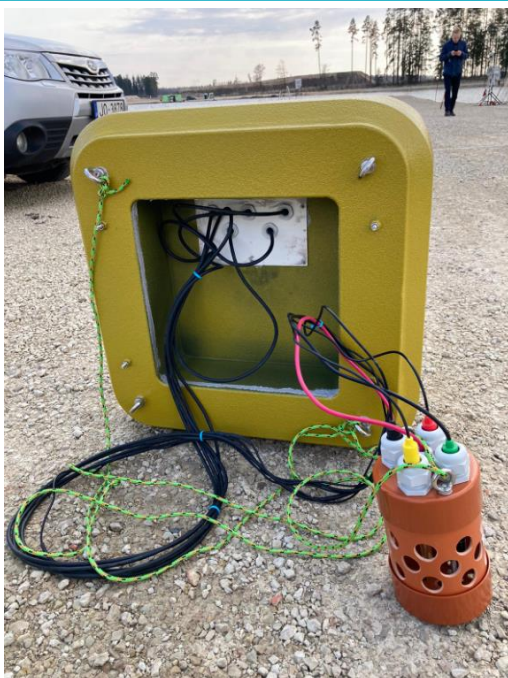


4.1.2 att. Devēju mezgli pie ūdenstilpes “Pērtņiekos”.

November 15, 2021

Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

## PELDOŠĀS PLATFORMAS MODELIS



4.1.3 att. Mezgls ar devējiem aizsargājošā groziņā.

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.



November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**



4.1.4 att. Ūdens kvalitātes rādījumu devēji.



4.1.5 att. Uztādīta Kerlink Wirnet Station vārteja pie masta.

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.

November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīķsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**



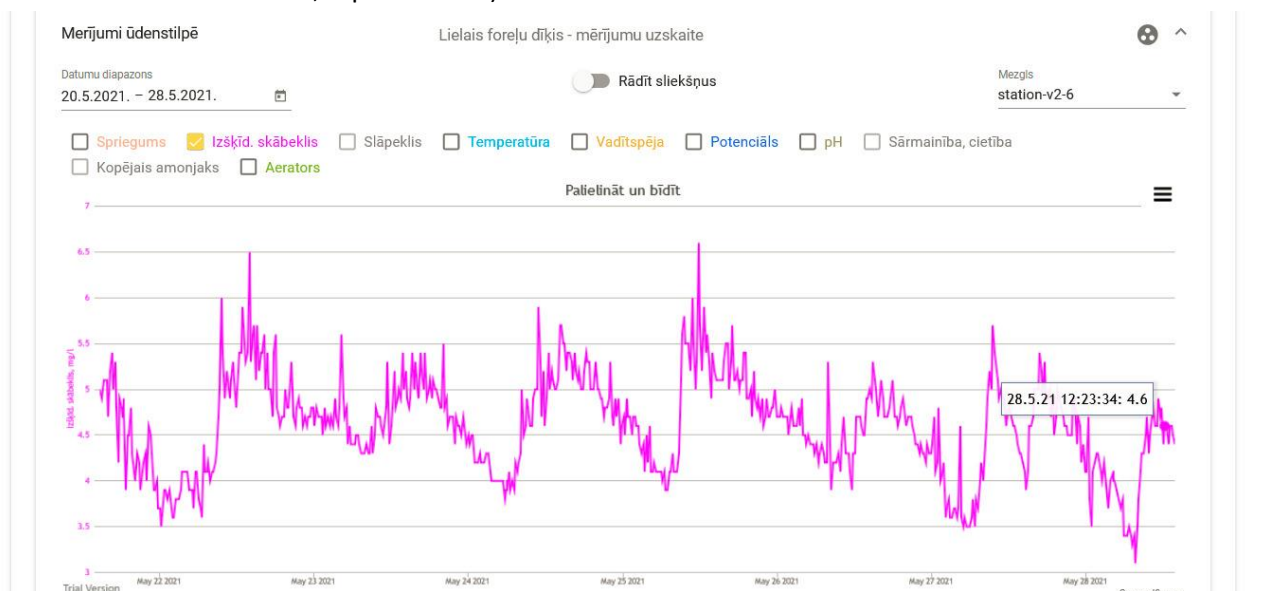
4.1.6 att. Uztādīts mezgls pie aeratora vadības paneļa.

November 15, 2021

## Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kibernetiskās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai” Nr. 18-00-F02201-000003

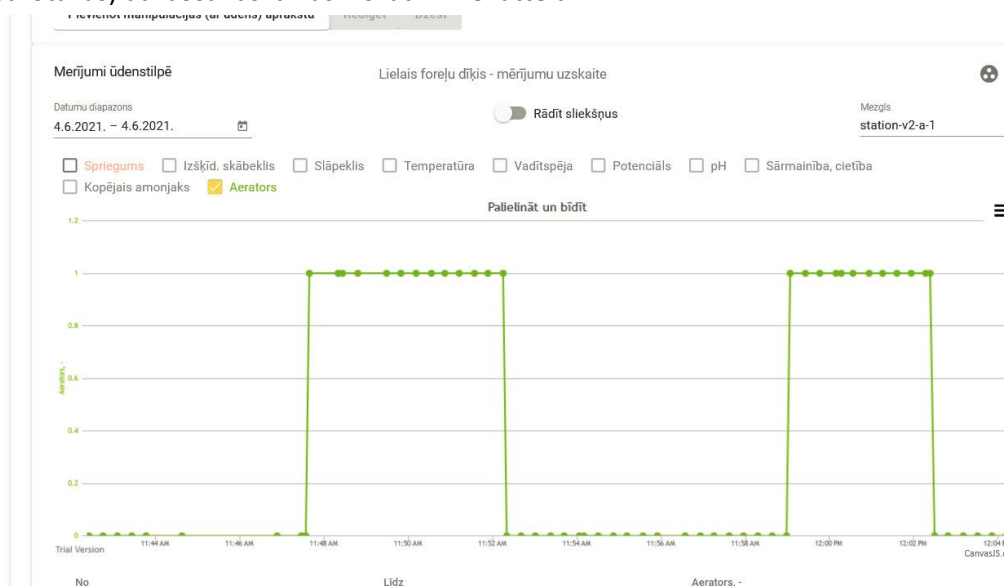
### Nepārtrauktas periodiskas datu iegūšanas rezultātu piemēri

Piemērs ar attēlotiem nepārtraukti periodiski iegūtajiem datiem par izšķīdušā skābekļa stāvokli – skat. 4.1.7. attēlu. Attēlā var novērot sagaidāmas izmaiņas atbilstoši izteiktām dienas un nakts stundām (tur, kur ir norādīts datums uz laika ass, ir plkst. 00:00).



4.1.7. att. Izšķīdušā skābekļa mērījumu dati

Ar filtru palīdzību var atsevišķi novērtēt katra mezgla katra dēvēja uzkrātus datus un arī ierīču (aeratori, nākotnē arī barotavas) darbošanās laikus – skat. 4.1.8. attēlu.



4.1.8. att. Aeratora strādāšanas laika attēlošana

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.



#### U4.2. Sistēmas aparatūras un programmatūras daļas optimizēšana

Darba uzdevuma ietvaros notiks pirmā sistēmas prototipa optimizēšana. Iespējamie optimizācijas opcijas: sistēmas darbības attāluma pieskaņošana, raidītāju jaudu optimizēšana vai automatizētās pieskaņošanas algoritmu realizācija, mezglu strāvas patēriņa samazināšana ilgstošai autonomās darbības nodrošināšanai, mehānisko komponentu pielāgošana sistēmas apkopes atvieglošanai, lietotāja interfeisa un programmatūras optimizēšana atbilstoši lietotāju prasībām, devēju darbības optimizēšana, vadoties pēc ilgstoši iegūto mērījumu novirzēm no laboratorijas apstākļos iegūtiem rezultātiem.

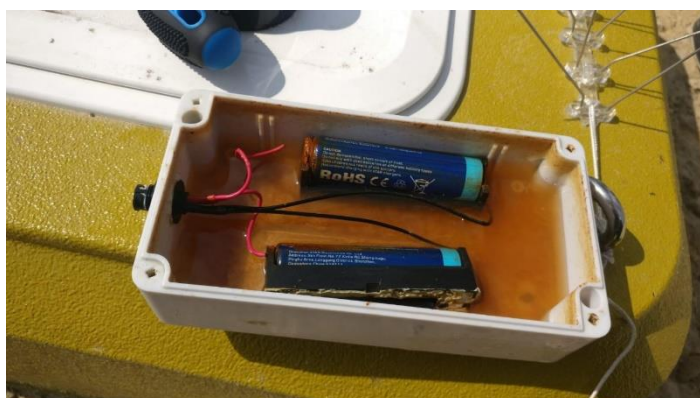
##### U4.2.1. Sistēmas aparatūras daļas optimizēšana

Testēšanas laikā tika atklātas virkne devēju mezglu nepilnības, ko var iedalīt mehāniskās, elektroniskās, programmatūras un devēju kategorijās.

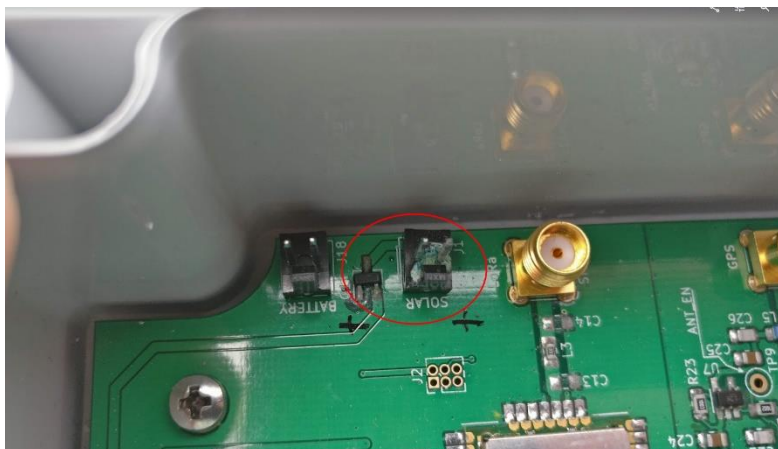
##### Devēju mezglu mehāniskās nepilnības

Devēju mezgls paredzēts darbībai tiešā ūdens tuvumā āra apstākļos, tādēļ visām elektroniskajām komponentēm jābūt labi hermetizētām. Praktiski montējot prototipa ierīci ir viegli atstāt mehāniskās nepilnības, kas ierīci padara nehermētisku. Rezultātā elektronika samirkst un sabojājas. Dīkšsaimniecībā šī problēma bija vairākiem devēju mezgliem gan baterijas, gan galvenās spiestās plates nodalījumiem. Pat ja ierīcē iekļūst neliels ūdens daudzums, tas caur kondensācijas vārstu izplūst pietiekami lēni, lai izraisītu nopietnas korozijas problēmas.

Lielāko daļu hermētiskuma nepilnību var atrisināt rūpīgi pārdomājot un pārbaudot visas blīvējuma vietas. Papildus tam, iespiedplates jāpārklāj ar laku, lai novērstu korozijas problēmas arī ja ierīcē iekļūst neliels daudzums ūdens.



4.1.9 att. Bateriju nodalījums devēju mezglam ar bojātu blīvi pēc mēneša ūdenstilpē.



4.1.10 att. Korozijas bijājumi uz galvenās plates pēc neliela ūdens daudzuma iekļūšanas nodalījumā.

Prototipu bojām uz galveno elektronikas nodalījumu tiek aizvadīti vairāki kabeli - pieci devēji, divas antenas, saules panelis un baterijas kabelis. Šobrīd katrs kabelis tiek ievadīts galvenajā elektronikas nodalījumā caur kabelu blīvslēgiem. Tā kā prototipēšanas laikā ierīci vairākas reizes nācās ierīci izjaukt un atkal salikt, blīvslēgus vajadzēja vairākas reizes pārskrūvēt. Tas aizņem daudz laika un ir neērti. Nākamajām ierīces versijām vajadzīgs vai nu apvienot vairākus kabelus vienā daudzdzīslu kabelī, vai arī jāizmanto ūdensdroši kabelu savienotāji.

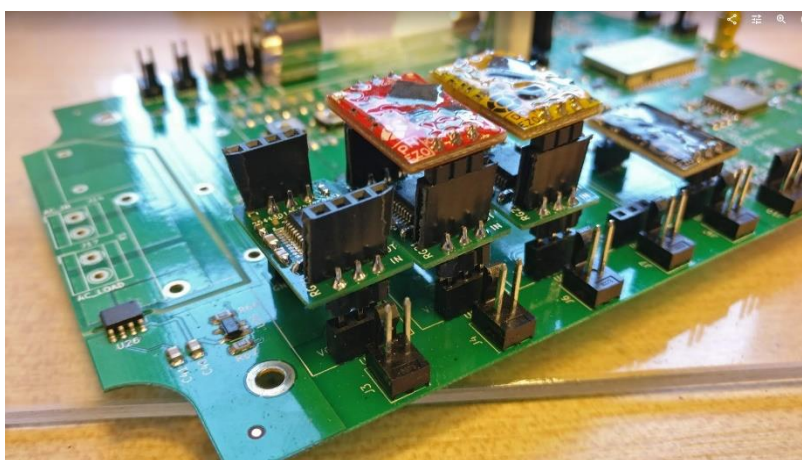
Pēdējā mehāniskā ierīces problēma radās no dīkšaimniecībā mājajošiem putniem. Tie regulāri nosēžas uz bojām un tās nomēslo. Rezultātā saules panelis tiek noklāts un devēju mezgls drīz izlādējas. Putnu atbaidīšanai uz bijām tika uzstādīti īpaši stieplu elementi.



4.1.11 att. Putnu atbaidīšanas stieples uz devēju mezgla bojas.

#### Devēju mezglu elektroniskās nepilnības

Sistēmas testēšanas gaitā atklājās, ka elektroķīmiskie ūdens kvalitātes devēji (izšķīdušā skābekļa, oksidēšanās-reducēšanās potenciāla un pH devēji) ietekmē viens otra rādījumus arī tad, ja mērpārveidotājiem tiek atslēgta barošana caur jaudas slēdzi. Tāpēc tikai izveidota neliela iespiedplate, kas atrodas starp galveno plati un mērpārveidotāju no *Atlas Scientific*. Par izolācijas elementu tiek izmantots ADM3260 no *Analog Devices*. Tas ir bidirekcionāls divu kanālu digitāls izolators ar iebūvētu izolācijas jaudas transformatoru līdz 20 mA.



4.1.12 att. Uztādītas izolatoru iespiedplates starp galveno plati un mērpārveidotājiem.

Pēc izolatoru uztādīšanas ievērojami uzlabojās izšķīdušā skābekļa rādījumi.

Testēšanas gaitā tika atklātas arī vairākas strāvas noplūdes caur diviem liekiem rezistoriem, kas sākotnēji tika uztādīti, lai nodrošinātu stabilu plates ieslēgšanās secību.

#### Devēju mezglu programmatūras uzlabojumi

Dīksaimniecībā pēc vairāku mēnešu darbības diviem devēju mezgliem strauji nosēdās akumulatori. Pēc elektronikas un programmatūras izpētes atklājās, ka izvēlētais GPS uztvērējs LIV3F no *ST Microelectronics* gaidīšanas režīmā no baterijas tērē daudz lielāku strāvu, kā paredzēts -nevis 0.05 mA, bet 30 mA. Tā kā baterijas spriegums vajadzīgs vienīgi lai ātrāk noķertu GPS pozīciju pēc uztvērēja ieslēgšanas (*Cold start*), un GPS signāls ir vajadzīgs reti (reizi stundā), tas tika apvienots ar normālo barošanas līniju caur jaudas slēdzi. Rezultātā GPS ieslēdzot pāiet nedaudz ilgāks laiks, līdz tiek atrasta precīza pozīcija (apmēram 10 sekundes ilgāk), tomēr tiek izslēgta iespēja uztvērējam nosēdināt ierīces bateriju.

Papildus tam, programmatūrā tika ieviests aizsardzības mehānisms, kas atslēdz GPS pēc noteikta laika arī tad, ja tas nav atradis pozīciju. Ja vairākas reizes neizdodas iegūt pozīciju, tā tiek pieprasīta eksponenciāli arvien

November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīķsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**

retāk (*Exponential backoff*). Katru reizi, kā GPS nespēj atrast pozīciju, uz serveri tiek nosūtīta ziņa, lai turpinātu pētīt šo problēmu, jo laboratorijas apstākļos to atkārtot ir ļoti sarežģīti.

Uz plates tika ieviesti izolatori, kas tērē papildus jaudu un plates baroklim ir ierobežota maksimālā jauda. Lai neizraisītu galvenā barošanas sprieguma pārmērīgu kritumu (*Brown out*), programmatūrā tika ieviests aizsardzības mehānisms, kas neļauj reizē darboties GPS uztvērējam un devēju mērpārveidotājiem, kas ir lielākie jaudas tērētāji sistēmā.

Testēšanas gaitā atklājas problēmas ar aeratoru ieslēgšanu - gala ierīces, pie kā tika pieslēgti aeratori nesaņēma komandas. *The Things Network* LoRaWAN protokols paredz, ka gala ierīce vispirms nosūta datus uz vārteju, vienu sekundi gaida miega režīmā un tad klausās vai vārteja sūta datus uz ierīci. Šīs sekundes laikā vārtejai ir jāpaspēj apstrādāt ziņojums, tas jānosūta uz tīkla serveri (*The Things Network*), tīkla serverim ir jāapstrādā pieprasījums un jānosūta vārtejai atpakaļ ziņojums ar datu paketi, kas visbeidzot jānosūta atpakaļ ierīcei. Uztādītās LoRa vārtejas tika pieslēgtas pie interneta caur 3G datu tīklu. Mobilajiem datu tīkliem ir neprognozējama latence, kas var sasniegt pat divas sekundes. Rezultātā ziņojumi, līdz gala ierīcei nonāca par vēlu. Lai šo problēmu atrisinātu nācās migrēt visu sistēmu uz *The Things Network* versiju 3, kas ļauj izvēlēties aiztures laiku robežās no vienas līdz piecām sekundēm. Izvēloties maksimālu uztveršanas laika aizturi, gala ierīces komandas ziņojumus saņēma daudz uzticamāk. Jāpiebilst, ka gadījumos, kad vārtejas ir pieslēgtas pie interneta ar kabeli tīkla latence ir daudz zemāka un tad nav ieteicams palielināt uztveršanas aizturi, jo tā var ietaupīt enerģiju un uzlabot kopējo gala ierīces reakcijas laiku.

Mobilajos datu tīklos parasti operatori abonentiem nepiešķir reālas IP adreses. Tas nozīmē, ka no attāluma nav iespējams pieslēgties vārtejai, lai novērotu tās darbības stabilitāti un noslodzi. Tāpēc uz tām tika uzstādīta programma, kas automātiski atver apgriezto SSH tuneli uz centrālu serveri. Vispirms pieslēdzoties serverim caur apgriezto tuneli iespējams iegūt SSH čaulu līdz vārtejai.

### Devēju nepilnības

Testēšanas gaitā tika novērots, ka fizikālo devēju rādījumi ar laiku pasliktinās. Viens no iemesliem ir liela organiskā aktivitāte ūdenstilpē kuras rezultātā devēji ātri apaug ar aļģēm un pārtikas nosēdumiem ko rada lielais zivju daudzums. Lai problēmu mazinātu, devēji ir regulāri jāapkalpo un jātīra. *Atlas Scientific* piedāvā īpašus tīrīšanas šķīdumus, pH devējam ir arī īpašs atjaunošanas šķīdumu komplekts, kas paildzina devēju darba laiku. Papildus tam, tika novērots, ka mērījumu precizitāte ievērojami uzlabojas, ja gar devēju ir jūtama ūdens plūsma.



November 15, 2021

Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kibernetizētās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

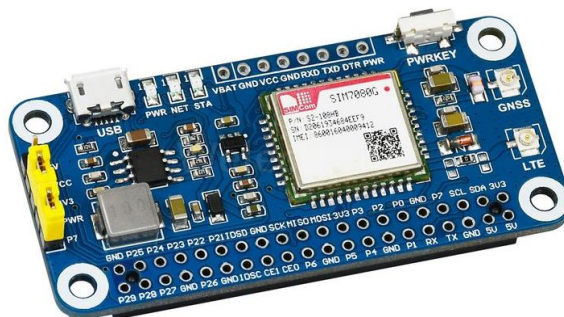


4.1.13 att. Oksidēšanās-reducēšanās devējs pēc mēneša ūdenstilpē un pēc tīrīšanas.



Projekta noslēgumā tika izstrādāta devēju mezgla versija ar LTE CAT-M2 modemu LoRa modema vietā. LoRaWAN tehnoloģija ir piemērota tīkliem ar vairākiem simtiem vai tūkstošiem ierīču. Pielietojumos, kur ir tikai dažas ierīces, LoRaWAN vārtejas nepieciešamība ievērojami apgrūtina sistēmas ieviešanu. LTE CAT-M2 modems darbojas mobilo operatoru tīklos, reģistrācija notiek ar īpašu SIM karti. Rezultātā vienas ierīces izmaksas ir lielākas, bet pie maza ierīču skaita tas atsvēr ietaupījumus no LoRaWAN vārtejas.

Ierīces CAT-M2 modems ir SIM7080 no *SimCom*. Tas atbalsta gan NB-IoT, gan LTE CAT-M2 tīklus. Latvijā pagaidām NB-IoT tīkls nav izplatīts, toties CAT-M2 ir pieejams praktiski visur. Šī brīža tirgus situācijā nav iespējams sagādāt atsevišķus SIM7080 modema moduļus, tāpēc prototipa ierīcē paredzēts ievietot SIM7080-HAT izstrādes platformu no *WaveShare* (4.1.14 att.). Tā kā LTE modemam ir ievērojami lielāks pīķa strāvas patēriņš par LoRa modemu, tika pārprojektēta barošanas ķēde, lai atbalstītu līdz 1A pīķa strāvu. Papildus tam, tika ieviesta atsevišķa baterijas lādēšanas ķēde, kas atbalsta lielākas jaudas saules paneļus ar regulējamu maksimālā jaudas punkta iestatīšanu 5-20V robežās. 18650 litija jonu baterijas tika aizstātas ar 20Ah LiFePo4 tipa bateriju. Galvenais mikrokontrolieris STM32 tika aizstāts ar ESP32-S2 no *Espressif Systems*, jo tam šobrīd ir labāka pieejamība un tam ir lielāka pieejamā koda atmiņa, kas vajadzīga, lai apkalpotu CAT-M2 modemu.



4.1.14 att. SIM7080-HAT LTE CAT-M2 modema izstrādes platforma no *WaveShare*.

#### U4.2.2. Sistēmas programmatūras daļas optimizēšana

Optimizēšanas procesa vajadzībām tika izveidotā servisu log failu struktūra. Kā arī, viens no sistēmas programmatūras daļas optimizēšanas lieliem posmiem tika saistīts ar *The Thinng Network* servera versijas maiņu no V2 uz V3. Balstoties uz uzkrāto lietotāju pieredzi (angl. *user experience* – UX) tika papildinātas un pilnveidotas uz *Angular* kopnes balstīta lietotāju grafiskā interfeisa (angl. *graphical user interface* – GUI) komponentes.

##### Servisu log failu struktūra

Servisu darbība tiek uzmanīta ar `crontab` dēmona palīdzību.

- Katru 1 minūti tiek pārbaudīts vai strādā vai arī tiek palaisti sekojošie servisi:

##### **nestrādājošo servisu problēmu laiki tiek fiksēti**

/home/user/ScriptsShell/processes\_1\_minute.log **failā**

- o /home/user/ScriptsPython/ttn\_read\_from\_DB.py

##### **problēmas ar skripta izpildi tiek fiksētas**

/home/user/ScriptsPython/problems\_ttn\_read\_from\_DB.log **failā**

veiksmīga skripta izpilde tiek fiksēta

/home/user/ScriptsPython/OK\_ttn\_read\_from\_DB.log failā

Python (+mysql.connector) skripts savienojumam ar DB un ziņu nosūtīšanai uz **TTN V3 Console**

Secīgi darbina sekojošo DB procedūru un Python skriptu:

- procedūra toSwitchOn
- skripts /home/user/ScriptsPython/ttn\_device\_on\_off.py ar ieslēdzāmas iekārtas **TTNdev\_id** un **on** parametru
- procedūra toSwitchOff
- skripts /home/user/ScriptsPython/ttn\_device\_on\_off.py ar ieslēdzāmas iekārtas **TTNdev\_id** un **off** parametru

- Katras 5 minūtes tiek pārbaudīts vai strādā vai arī tiek palaisti sekojošie servisi:

##### **nestrādājošo servisu problēmu laiki tiek fiksēti**

/home/user/ScriptsShell/processes\_5\_minutes.log **failā**

- o /home/user/ScriptsPython/DB\_alarm\_email.py

##### **problēmas ar skripta izpildi tiek fiksētas**

/home/user/ScriptsPython/problems\_DB\_alarm\_email.log **failā**

veiksmīga skripta izpilde tiek fiksēta

/home/user/ScriptsPython/OK\_DB\_alarm\_email.log failā

Python (+mysql.connector, smtplib) skripts savienojumam ar DB un ziņu nosūtīšanai no [electronicum.lv@gmail.com](mailto:electronicum.lv@gmail.com) adreses

Secīgi darbina sekojošo DB procedūru:

- toInformAbout

November 15, 2021

Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

- Katras 10 minūtes tiek pārbaudīts vai strādā sekojošie servisi:

**nestrādājošo servisu problēmu laiki tiek fiksēti**

/home/user/ScriptsShell/processes\_10\_minutes.log **failā**

- o /home/user/ScriptsPython/ttn\_POST\_write\_to\_DB.py

**problēmas ar skripta izpildi tiek fiksētas**

/home/user/ScriptsPython/problems\_ttn\_POST\_write\_to\_DB.log **failā**

Python (+ttn,+mysql.connector) balstīts serviss savienojumam un ziņu saņemšanai no **TTN V2 Console** un TTN ziņas datu ierakstīšanai DB

Secīgi darbina sekojošās DB procedūras:

- add\_d\_Measurements
- add\_d\_MeasurementsRadio
- add\_d\_MeasurementsData

- o /home/user/ScriptsPython/ttn\_webhook.py

**problēmas ar skripta izpildi tiek fiksētas**

/home/user/ScriptsPython/problems\_ttn\_webhook.log **failā**

Python (+http.server,+mysql.connector,+ttn.utils) balstīts serviss web servera (adresei jābūt pierēģistrētai iekš **TTN V3 Console**) uzturēšanai apraides ziņu saņemšanai no **TTN V3 Console** un TTN ziņas datu ierakstīšanai DB

Secīgi darbina sekojošās DB procedūras:

- add\_d\_Measurements
- add\_d\_MeasurementsRadio
- add\_d\_MeasurementsData

### The Thinnig Network servera versijas maiņa no V2 uz V3

Versiju nomaiņas rezultātā būtiskākās izmaiņas ir notikušās izsūtāmo ziņu (angl. *message* – MSG) struktūrā.

### Ziņu struktūra The Thinnig Network servera V2 versijā

Papildus tiek parādīta ne tikai ziņas struktūra, bet arī tās lauku saķēdējums ar DB tabulām un laukiem.

|                  |                                           |
|------------------|-------------------------------------------|
| app_id           | d_Measurements: fkUser                    |
| dev_id           | d_Measurements: fkNode                    |
| hardware_serial  | (nosaka kopā dev_id un hardware_serial)   |
| port             | d_Measurements: Port                      |
| counter          | d_Measurements: Counter_                  |
| payload_raw      | d_Measurements: Payload_raw               |
| payload_fields   |                                           |
| battery_voltage  | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| conductivity     | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| dissolved_oxygen | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| location         |                                           |
| latitude         | d_Measurements: Latitude                  |
| longitude        | d_Measurements: Longitude                 |
| nitrogen         | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.

November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**

|               |                                           |
|---------------|-------------------------------------------|
| orp           | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| ph            | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| status        | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| downlink_ack  | d_Measurements: Downlink_ack              |
| downlink_nack | d_Measurements: Downlink_nack             |
| output_state  | d_Measurements: Output_state              |
| raw           |                                           |
| temperature   | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| metadata      |                                           |
| time          | d_Measurements: Measured                  |
| frequency     | d_Measurements: Frequency                 |
| modulation    | d_Measurements: Modulation                |
| data_rate     | d_Measurements: Date_rate                 |
| airtime       | d_Measurements: Airtime                   |
| coding_rate   | d_Measurements: CodingRate                |
| gateways      |                                           |
| gtw_id        | d_MeasurementsRadio: fkGateway            |
| timestamp     | d_MeasurementsRadio: Timestamp_           |
| time          | d_MeasurementsRadio: Time_                |
| channel       | d_MeasurementsRadio: Channel              |
| rssi          | d_MeasurementsRadio: RSSI                 |
| snr           | d_MeasurementsRadio: SNR                  |
| rf_chain      | d_MeasurementsRadio: RF_chain             |

**Ziņu struktūra *The Thing Network* servera V3 versijā**

Papildus tiek parādīta ne tikai ziņas struktūra, bet arī tās lauku saķēdējums ar DB tabulām un laukiem.

|                  |                                           |
|------------------|-------------------------------------------|
| end_device_ids   |                                           |
| device_id        | d_Measurements: fkNode                    |
| application_ids  |                                           |
| application_id   | d_Measurements: fkUser                    |
| dev_eui          | (nosaka kopā device_id un dev_eui)        |
| join_eui         |                                           |
| dev_addr         |                                           |
| correlation_ids  |                                           |
| received_at      |                                           |
| uplink_message   |                                           |
| session_key_id   |                                           |
| f_port           | d_Measurements: Port                      |
| f_cnt            | d_Measurements: Counter_                  |
| frm_payload      | d_Measurements: Payload_raw               |
| decoded_payload  |                                           |
| battery_voltage  | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| conductivity     | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| dissolved_oxygen | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| location         |                                           |
| latitude         | d_Measurements: Latitude                  |
| longitude        | d_Measurements: Longitude                 |
| nitrogen         | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| orp              | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| ph               | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| status           |                                           |
| downlink_ack     | d_Measurements: Downlink_ack              |
| downlink_nack    | d_Measurements: Downlink_nack             |
| load_present     | d_Measurements: Load_present              |

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.

November 15, 2021

## Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīķsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai” Nr. 18-00-F02201-000003

|                          |                                           |
|--------------------------|-------------------------------------------|
| mains_connected          | d_Measurements: Mains_connected           |
| missed_gps_fix           | d_Measurements: Missed_gps_fixed          |
| output_state             | d_Measurements: Output_state              |
| raw                      |                                           |
| temperature              | d_MeasurementsData: fkSensorType + ValueF |
| decoded_payload_warnings |                                           |
| rx_metadata              |                                           |
| gateway_ids              | d_MeasurementsRadio: fkGateway            |
| gateway_id               |                                           |
| eui                      |                                           |
| timestamp                | d_MeasurementsRadio: Timestamp_           |
| rss_i                    | d_MeasurementsRadio: RSSI                 |
| channel_rssi             | d_MeasurementsRadio: Channel              |
| snr                      | d_MeasurementsRadio: SNR                  |
| uplink_token             |                                           |
| settings                 |                                           |
| data_rate                | d_Measurements: Date_rate                 |
| lora                     |                                           |
| bandwidth                |                                           |
| spreading_factor         |                                           |
| data_rate_index          |                                           |
| coding_rate              | d_Measurements: CodingRate                |
| frequency                | d_Measurements: Frequency                 |
| timestamp                | d_Measurements: Measured                  |
| received_at              |                                           |
| consumed_airtime         | d_Measurements: Airtime                   |
| network_ids              |                                           |
| net_id                   |                                           |
| tenant_id                |                                           |
| cluster_id               |                                           |

### Jaunas un pilnveidotas GUI komponentes lietotāju ērtībām

#### Virpulis datu gaidīšanas režīmam

Veicot lielā apjoma datu pārsūtīšanu no servera uz lietotāja datoru, tiek parādīts virpulis – skat. 4.2.1. attēlu, kas pastarpināti informē lietotāju, ka pašlaik notiek kāds laikietilpīgs process.



4.2.1. att. Virpulis datu gaidīšanas režīmam

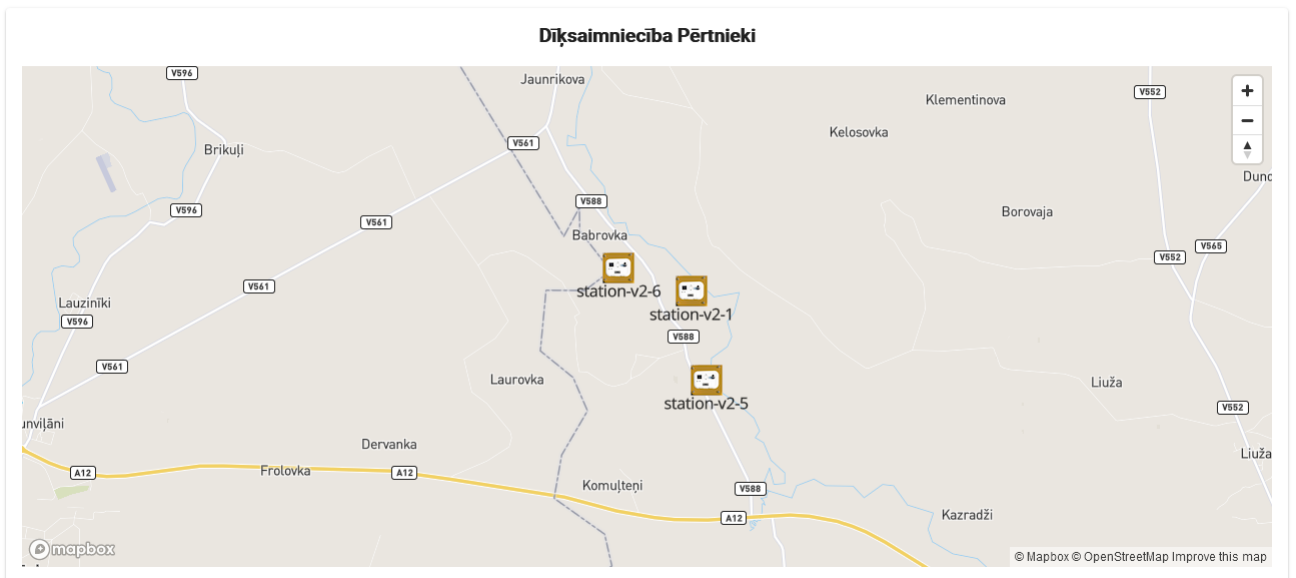
#### Datu savākšanas mezglu lokācijas un pēdējo mērījumu rezultātu uzrādīšana kartē

Kartes sākumā skats (kartes centrs atbilst dīķsaimniecības centram) – skat. 4.2.2. attēlu.



November 15, 2021

**Projekts „Īdens kvalitātes monitoringa un dīksaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kibernetiskās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**



4.2.2. att. Kartes skats (noklusētais mērogs)

Kartes skats pēc mēroga samazināšanas – skat. 4.2.3. attēlu.



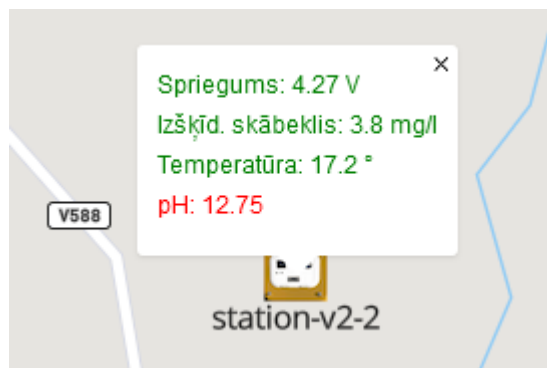
4.2.3. att. Kartes skats (samazināts mērogs)

Mezгла pēdējie mērījumi ir pieejami arī uz kartes, ieklikšķinot konkrēta mezгла attēlā uz kartes, – skat. 4.2.4. attēlu.

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.

November 15, 2021

Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kibernetiskās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003



4.2.4. att. Mezgla pēdējie mērījumi

Dīkšsaimniecības datu savākšanas visu mezglu pēdējie mērījumi vienuviet

Visu vienas dīkšsaimniecības datu savākšanas mezglu pēdējie mērījumu rezultāti ir redzami vienuviet – tā saucamajā *dash board* – skat. 4.2.5. attēlu. Mezgli ar (vest.) papildu apzīmējumu nosaukumā norāda uz to, ka konkrēts datu savākšanas mezgls kādreiz dīkšsaimniecības atbilstošajā ūdenstilpē ir strādājis un mērījumu sadaļā ir pieejami tā vēsturiskie dati.

Lielais foreļu dīķis: Dīķis - 120000m2 un 15m, (56.55,21.43),

|                |                                  |                                            |                                   |                                  |                                    |                                  |                                   |                                  |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| station-v2-3   |                                  |                                            |                                   |                                  |                                    |                                  |                                   |                                  |
| station-v2-4   | 23.07 16:15<br>Spriegums: 4.12 V | 23.07 16:15<br>Izšķīd. skābeklis: 2 mg/l   | 23.07 16:15<br>Temperatūra: 9.4 ° | 23.07 16:15<br>pH: 4.75          | 23.07 15:39<br>Platums: 56.5823 -  | 23.07 15:39<br>Garums: 27.0434 - |                                   |                                  |
| station-v2-6   | 23.07 16:17<br>Spriegums: 4.18 V | 23.07 16:17<br>Izšķīd. skābeklis: 2.1 mg/l | 23.07 16:17<br>Temperatūra: 9.6 ° | 23.07 16:17<br>Vadītspēja: 220 S | 23.07 16:17<br>Potenciāls: -244 mV | 23.07 16:17<br>pH: 9.05          | 23.07 16:07<br>Platums: 56.5823 - | 23.07 16:07<br>Garums: 27.0434 - |
| station-v2-a-1 | 23.07 16:18<br>Spriegums: 4.1 V  | 23.07 16:17<br>Platums: 56.5827 -          | 23.07 16:17<br>Garums: 27.032 -   |                                  |                                    |                                  |                                   |                                  |

Makšķerēšanas dīķis: Dīķis - 2500m2 un 5m, (56.5729,27.0467),

|                |                                  |                                            |                                   |                                  |                                    |                        |                                   |                                  |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| station-v2-5   | 23.07 16:15<br>Spriegums: 4.08 V | 23.07 16:15<br>Izšķīd. skābeklis: 2.7 mg/l | 23.07 16:15<br>Temperatūra: 9.4 ° | 23.07 16:15<br>Vadītspēja: 620 S | 23.07 16:15<br>Potenciāls: -120 mV | 23.07 16:15<br>pH: 7.4 | 23.07 15:54<br>Platums: 56.5822 - | 23.07 15:54<br>Garums: 27.0434 - |
| station-v2-a-2 | 23.07 16:18<br>Spriegums: 4.1 V  | 23.07 16:16<br>Platums: 56.5729 -          | 23.07 16:16<br>Garums: 27.0478 -  |                                  |                                    |                        |                                   |                                  |

Apālais dīķis: Dīķis - 900m2 un 3m, (56.5812,27.0442),

|              |                                  |                                          |                                   |                                  |                                    |                        |                                   |                                  |
|--------------|----------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| station-v2-1 | 23.07 16:16<br>Spriegums: 4.04 V | 23.07 16:16<br>Izšķīd. skābeklis: 3 mg/l | 23.07 16:16<br>Temperatūra: 9.8 ° | 23.07 16:16<br>Vadītspēja: 390 S | 23.07 16:16<br>Potenciāls: -356 mV | 23.07 16:16<br>pH: 8.7 | 23.07 16:11<br>Platums: 56.5822 - | 23.07 16:11<br>Garums: 27.0435 - |
|--------------|----------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|

Attīrīšanas iekārta: Attīrīšanas rezerv. - 30m2 un 2m, (56.5821,27.0433),

|              |                                  |                                            |                                   |                                  |                                    |                                  |                                   |                                  |
|--------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| station-v2-2 | 23.07 16:14<br>Spriegums: 4.22 V | 23.07 16:14<br>Izšķīd. skābeklis: 2.5 mg/l | 23.07 16:14<br>Temperatūra: 9.4 ° | 23.07 16:14<br>pH: 12.75         | 23.07 16:14<br>Platums: 56.5823 -  | 23.07 16:14<br>Garums: 27.0434 - |                                   |                                  |
| station-v2-3 | 23.07 16:16<br>Spriegums: 4.18 V | 23.07 16:16<br>Izšķīd. skābeklis: 3 mg/l   | 23.07 16:16<br>Temperatūra: 9.4 ° | 23.07 16:16<br>Vadītspēja: 390 S | 23.07 16:16<br>Potenciāls: -236 mV | 23.07 16:16<br>pH: 10.3          | 23.07 16:01<br>Platums: 56.5825 - | 23.07 16:01<br>Garums: 27.0429 - |

4.2.5. att. Dīkšsaimniecības datu savākšanas visu mezglu pašu pēdējo mērījumu apkopojums  
(mezgliem var būt līdzīgas koordinātes, jo tas ir stāvoklis pēc tehniskās apkopes  
pirms izvietojšanas atbilstošajā ūdenstilpē)

November 15, 2021

## Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kibernetiskās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai” Nr. 18-00-F02201-000003

### Dēvēju sliekšņu vērtību attēlošana kopā ar ūdens parametru mērījumiem

Piemērs ar sliekšņu attēlošanu ērtam un ātram stāvokļa un vēsturisko stāvokļu novērtējumam – skat. 4.2.6. attēls. Sliekšņu attēlošanu var atslēgt.



4.2.6. att. Sliekšņu attēlošana

### Veikto manipulāciju attēlošana vienā grafikā kopā ar ūdens parametru mērījumiem

Ūdenstilpē veicamo darbību (manipulācijas) izraisītās ietekmes uz ūdens kvalitāti labākai izmeklēšanai mērījumu sadaļā ir pieejama veikto manipulāciju attēlošana uz laika ass – skat. 4.2.7. attēls. Manipulāciju attēlošanu var atslēgt un arī filtrēt.

November 15, 2021

Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003



4.2.7. att. Manipulāciju attēlošana

Piemērs ar manipulāciju attēlošanu sistēmas latentuma novērtēšanai (laiks starp aeratora pogas nospiešanu grafiskajā lietotāju interfeisā un reālā aeratora ieslēgšanos/izslēgšanos) – skat. 4.2.x8. attēls.



4.2.8. att. Manipulāciju attēlošana visas sistēmas latentuma pētīšanai

### Tabulu datu eksports uz Excel

Datus, ko lietotājs redz grafiskajā interfeisā tabulās tagad ir iespējams eksportēt uz Excel vēlākai papildu pēcapstrādei pēc individuāliem scenārijiem.

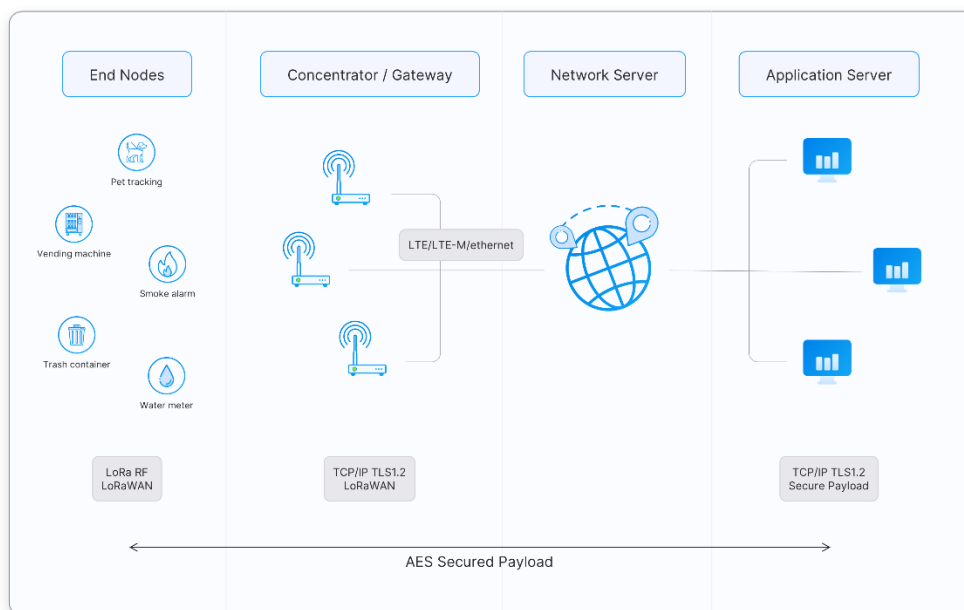
DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.

November 15, 2021

**Projekts „ Īdens kvalitātes monitoringa un dīksaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**

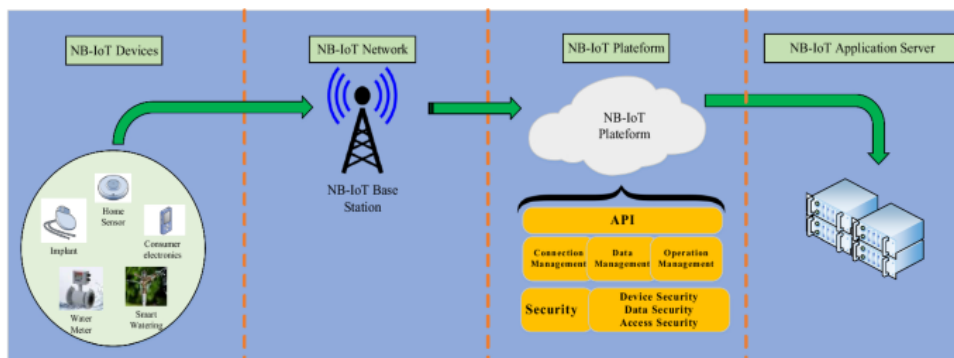
**NB IoT tehnoloģijas pielietošana**

Salīdzinājumā ar LoRaWAN arhitektūru – skat. 4.2.9. attēls, NB IoT + LTE arhitektūrā – skat. 4.2.10. attēls nav nepieciešams posms ar lokālo datu savācēju – Gateway un arī NB IoT platformas slāni var apvienot ar jau gatavu Application Server slāni.



4.2.9. att. LoRaWAN arhitektūra

[<https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/architecture/>]



4.2.10. att. NB IoT arhitektūra

[<https://doi.org/10.1007/s11277-020-07346-7>]

Tā kā Application Server līmenī ziņa ir jau sākotnēji tika sadalīta trijos līmeņos – mērījumu lokācija un datumi, datu savākšanas radio kanāla apraksts un paši mērījumu dati, tāpēc projektā neizraisīja nekādas grūtības datu bāzi ar mērījumiem sākt aizpildīt arī caur NB IoT tehnoloģiju iegūtajiem datiem, pie tam, katrs NB IoT mezgls tāpat kā iepriekš tiek piesaistīts pie kādas konkrētas ūdenstilpes un kopējā lietotāju interfeisā

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.



November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīķsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**

ir iespējama arī to mērījumu datu attēlošana un sliekšņu izmantošana ūdens kvalitātes bīstamo stāvokļu atpazīšanai.

#### Ziņas NB IoT tehnoloģijas pielietošanas gadījumā

Līdzīgi, ka tas tika darīts LoRa tehnoloģijas pielietošanas gadījumā, iestartējot Python NB IoT servisu ir jāpārlicinās par mērījumu ziņu atnākšanu. Ziņas teksta piemērs:

```
{  "location": {},
  "status":
    {    "output_state": 10,
      "mains_connected": true,
      "load_present": false,
      "missed_gps_fix": true},
  "runtime_s": 1789123,
  "sample_period": 10,
  "temperature": 7.29,
  "conductivity": 7.72,
  "dissolved_oxygen": 2.65,
  "ph": 9.16,
  "orp": 3.52,
  "nitrogen": 4.13,
  "battery_voltage": 9.49}
```

November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**

**Publicitātes pasākumi**

Darba paka paredz projekta rezultātu izplatīšanu, izstrādājot vismaz divus zinātniskus rakstus. Plašāka informācija par citiem projektā paredzētiem publicitātes pasākumiem ir pieejama projekta Biznesa plāna E sadaļas 2. punktā.

**U5.1. Zinātnisku rakstu izstrāde**

| Komunikācijas un rezultātu izplatīšanas plāns |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |                         |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Metode                                        | Apraksts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Mērķa auditorija                                                                   | Iedarbības mērķu skaits | Komentārs                                                                                                                                                                                                                                                            |
| RTU/ETF mājaslapa                             | Rīgas Tehniskās universitātes Elektronikas un telekomunikāciju fakultātes <i>mājaslapā</i> , kas ir veltīta projekta realizācijai tiks ievietoti un atjaunoti materiāli (vismaz 2 reizes gadā) par projekta realizācijas gaitu, tuvākiem notikumiem projektā, projekta vidusposmu un noslēguma posma rezultātiem. Mājaslapa kalpos par projekta rezultātu efektīvu izplatīšanas instrument <i>daudzām grupām</i> . | Zinātniskā sabiedrība<br>Vispārējā sabiedrība<br>Industrijas pārstāvji<br>Studenti | >300 vizītes gadā       | Informācija ir pieejama RTU mājaslapā, kurā tika publicētas visas projekta atskaides:<br><a href="https://www.rtu.lv/lv/universitate/projekti/atvert?project_number=4122">https://www.rtu.lv/lv/universitate/projekti/atvert?project_number=4122</a><br>1. Pielikums |
| Sociālie tīkli                                | Projektā iegūto zinātnisku rezultātu izplatīšanai tiks izmantoti arī sociālie tīkli- tādi kā, piemēram, Radioelektronikas institūta Facebook akaunts.                                                                                                                                                                                                                                                              | Vispārējā sabiedrība<br>Studenti                                                   | >50 pierakstīti āji     | 22.07.2021. tika veikta publikācija Radioelektronikas institūta Facebook lapā:<br>2. Pielikums                                                                                                                                                                       |
| Prezentācijas RTU pasākumos                   | Aktuālie projekta rezultāti tiks prezentēti RTU rīkotajos publiskos pasākumos: “Atvērto Durvju dienās”, “Zinātnieku naktīs”, “Ēnu dienās” utt.                                                                                                                                                                                                                                                                     | Vispārējā sabiedrība<br>Studenti, bērni.                                           | > 150 dalībnieki gadā.  | 27.11.2020. projekta rezultāti tika demonstrēti RTU studentiem studijuursos :<br>“Inovāciju menedžments”<br>un<br>“Inovatīvu produktu izstrāde un uzņēmējdarbība”<br>3. Pielikums                                                                                    |

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.

November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                             |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dalība semināros         | Dalība semināros un citos ar akvakultūras objektu attīstību saistītos pasākumos, kuru laikā tiks sniegta informācija par projekta attīstības gaitu, kā arī notiks diskusijas par projekta realizācijas īpatnībām.                                                                                                                                                                                           | Akva kultūras objektu īpašnieki, uzturētāji | > 20 dalībniekiem vienā pasākumā         | 07.10.2021 D. Pikuljins attālināti piedalījās LLKC organizētā pasākumā ar prezentāciju par projektu.<br>4.1.un 4.2. Pielikumi                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Zinātniskās publikācijas | Projekta zinātnisko rezultātu izplatīšanai tiks sagatavotas divas augstas kvalitātes zinātniskās publikācijas, kas tiks nopublicētas specializētos zinātniskos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos (kas ir indeksēti SCOPUSā, Web of Science vai IEEEExplore datu bāzēs). Publiskā pieejamība zinātniskiem rakstiem tiks nodrošināta, izmantojot arī ResearchGate platformu, kā arī projekta mājaslapu. | Zinātniskās sabiedrība                      | Vismaz 2 zinātniskās publikācijas        | Līdz 30.10.2021 tika sagatavotas 3 zinātniskās publikācijas.<br>2 ir pieņemtas publicēšanai. Viena – draft versija iesniegta un gaida recenzenta komentārus.<br>5.1.-5.3. Pielikumi                                                                                                                                                                                                                        |
| Preses relīzes           | Informācija par galvenajiem projekta rezultātiem tiks apkopota preses relīzēs, kas tiks sagatavotas sadarbībā ar RTU Sabiedrisko Attiecību Departamentu.                                                                                                                                                                                                                                                    | Vispārējā sabiedrība                        | Vismaz 2 preses relīzes                  | Tika sagatavota RTU preses relīze. (skat. 6.1. pielikumu)<br>Tika sagatavots raksts-intervija (skat. 6.2. pielikumi)                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Biedrības sanāksmes      | Projektā iesaistītās biedrības biedru informēšanai par projekta norisi un aktivitātēm, tiks realizēta dalība ar prezentācijām biedrības sanāksmēs.                                                                                                                                                                                                                                                          | Projekta iesaistītā biedrība                | Vismaz 2 biedrības sanāksmju apmeklējums | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 23.04.2021 tika izveidota Whatsapp grupa, kurā tika aicināts arī Georgijs Jevsikos un Jānis Baltačs ar mērķi operatīvi informēt akvakultūras pārstāvjus par projekta aktualitātēm</li> <li>• 27.04.2021 Jānis Baltačs e-pastā izsūtīja biedrības biedriem aktuālo informāciju par projekta realizāciju, rezultātiem un testēšanu. (skat. 7. pielikumu)</li> </ul> |

DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.

November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīķsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**

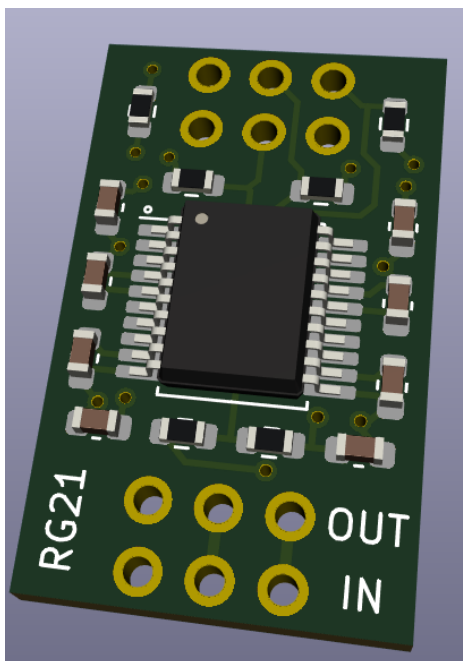
|  |  |  |  |                                                                                                                                                                                     |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• 31.05.2021 Tatjana Solovjova novadīja izveidotās sistēmas tiešsaistes demonstrāciju ZOOM vidē, kurā piedalījās arī Jānis Baltačs.</li></ul> |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

November 15, 2021

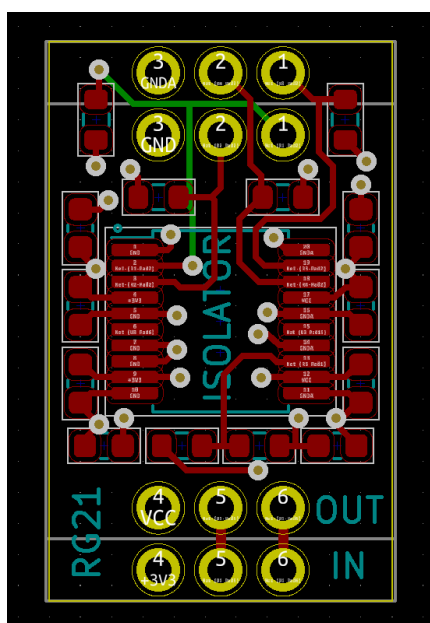
Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

## Pielikumi

Izolatora plates modelis



Izolatora spiestā plate

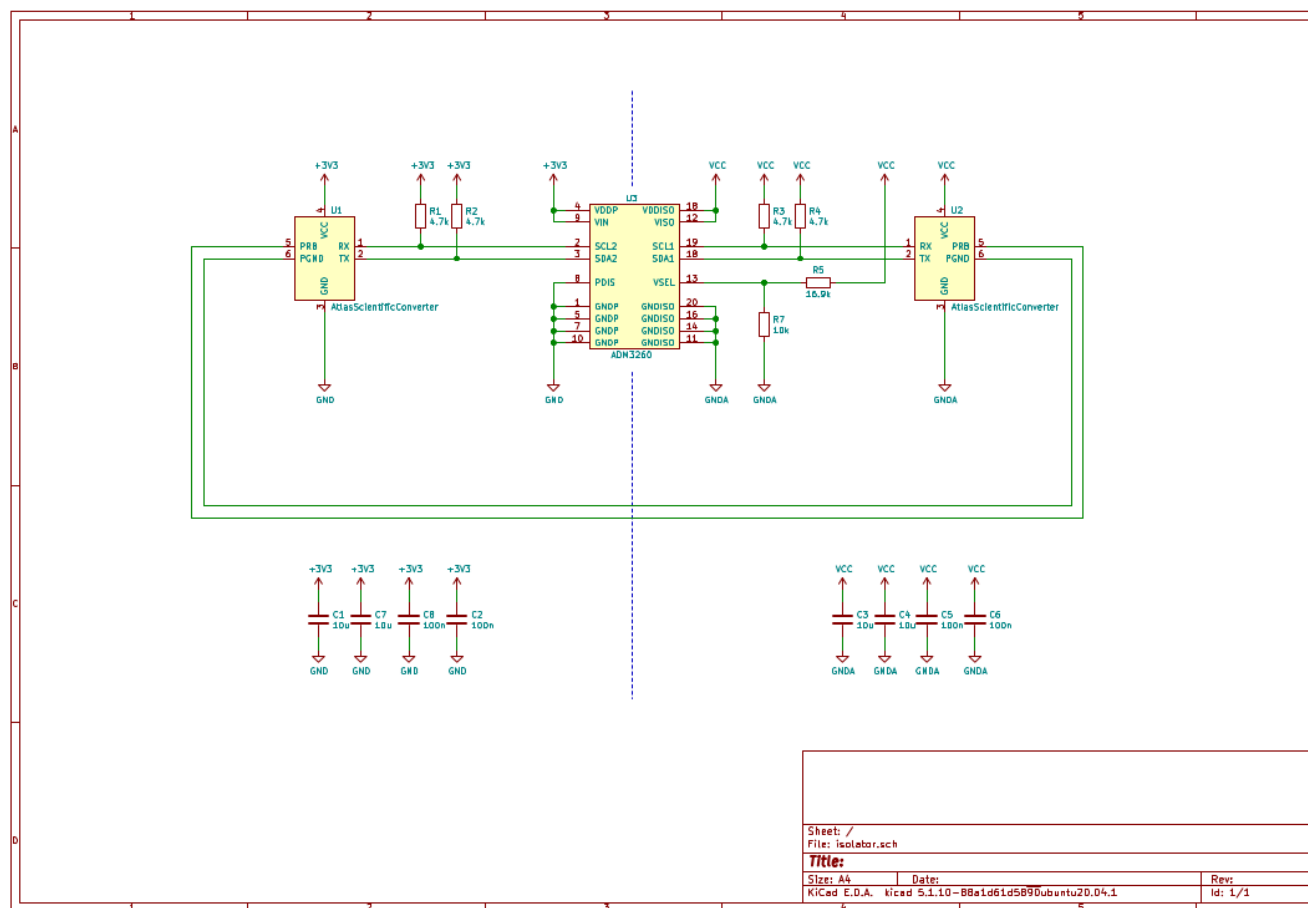




November 15, 2021

Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

Izolatora shēma

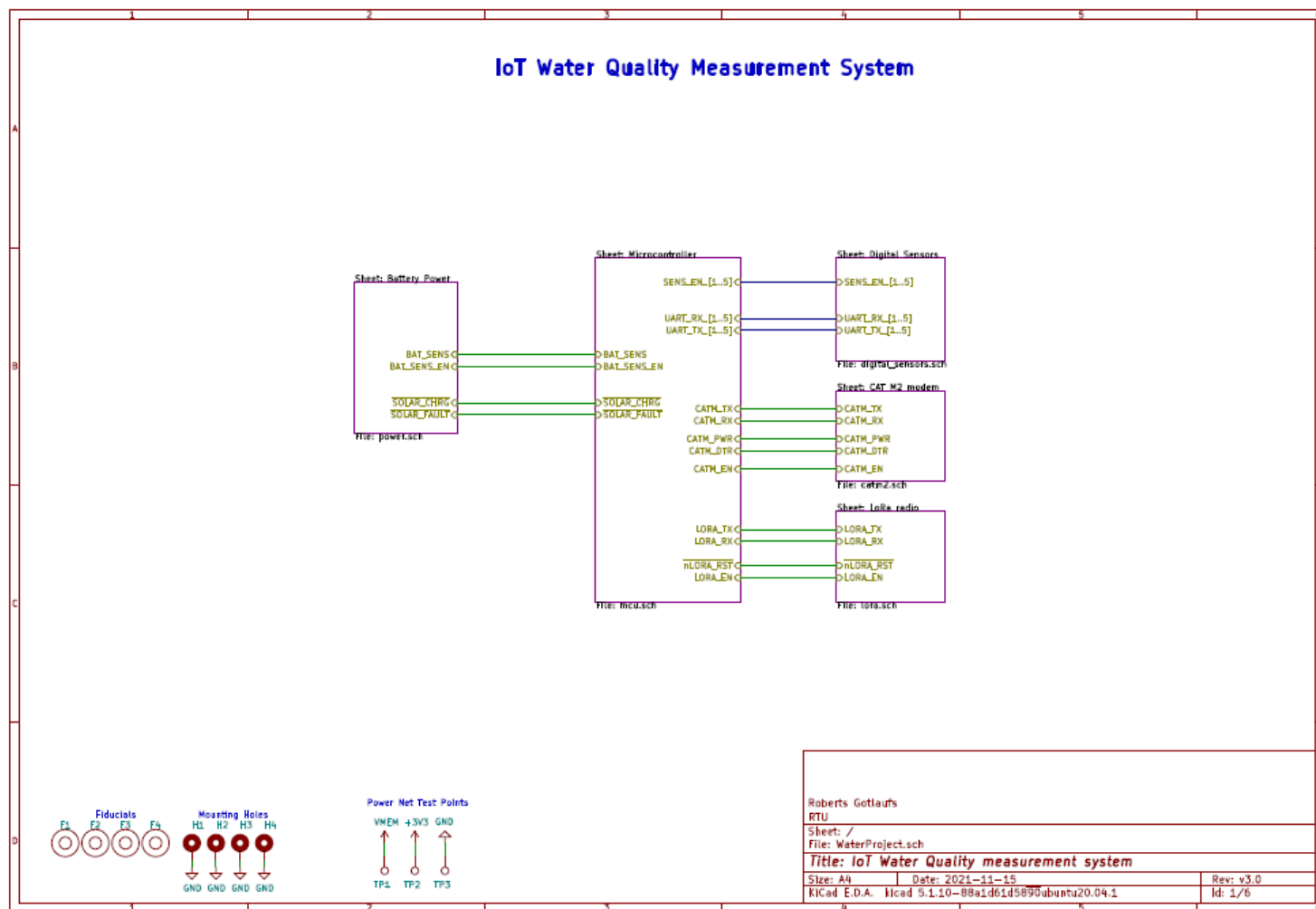


DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.

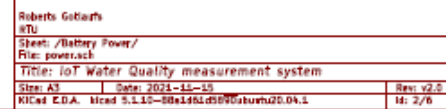
November 15, 2021

Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

NB-IoT risinājuma shēmas

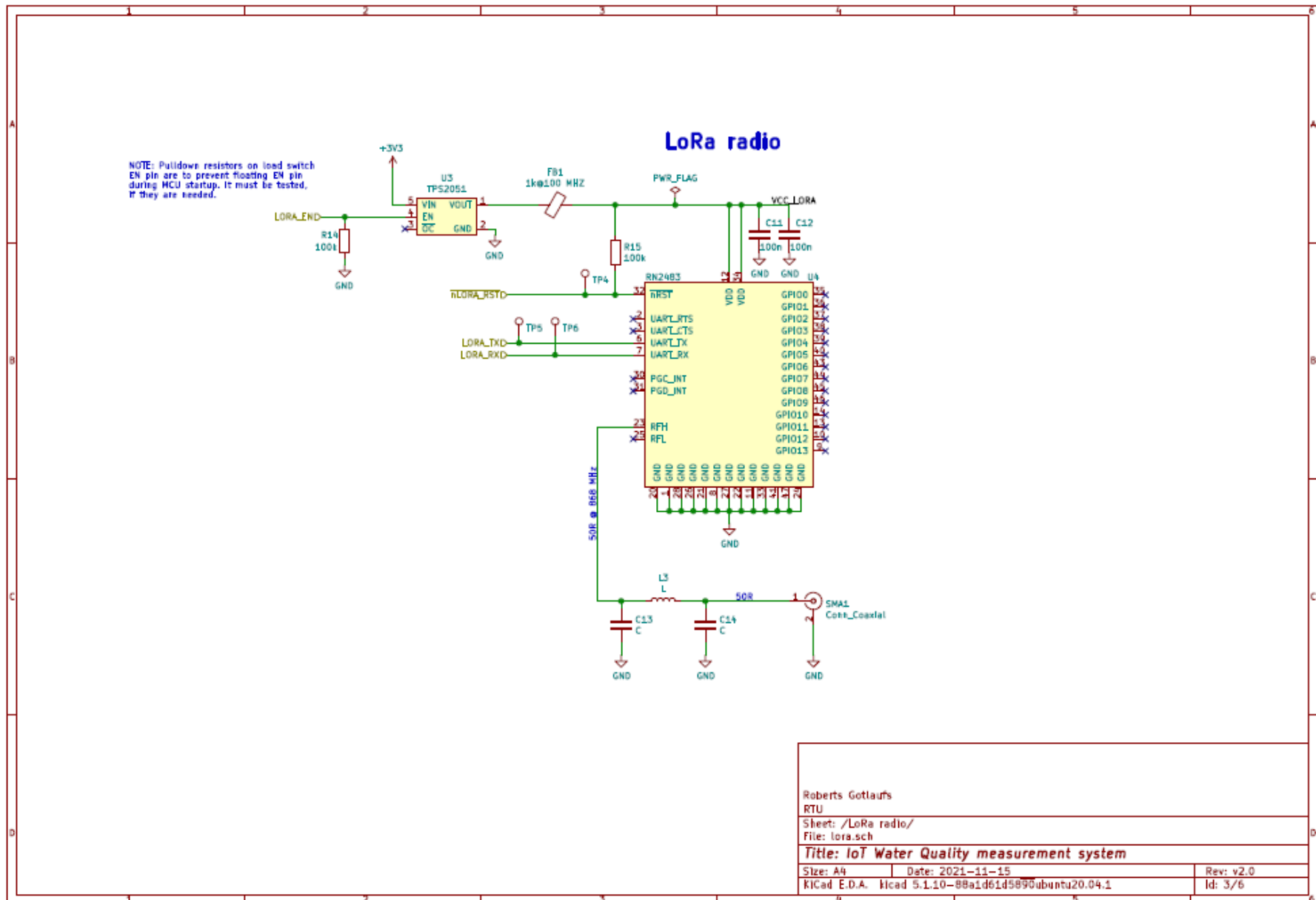


DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.



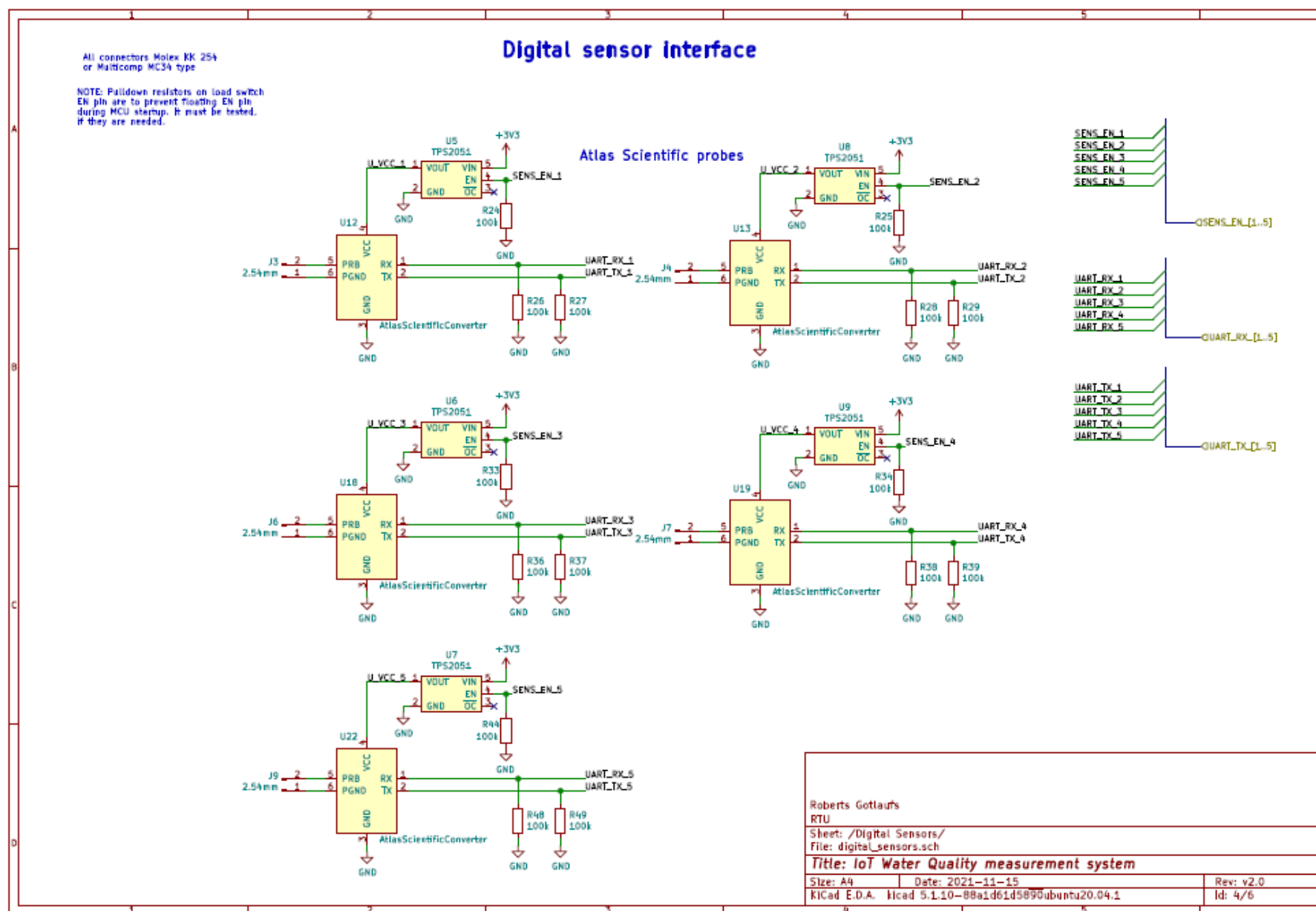
Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīksaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

November 15, 2021



Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšaimniecību  
pārvaldības jaunās paaudzes kibernetiskās infrastruktūras  
izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

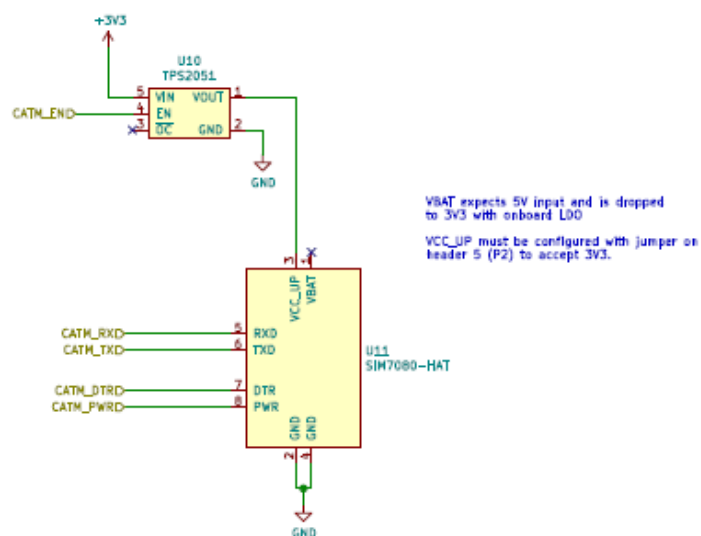
November 15, 2021



November 15, 2021

Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšsaimniecību  
pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras  
izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

### NB-IoT/CAT-M2 + GPS module



Sheet: /CAT M2 modem/  
File: catm2.sch

Title:

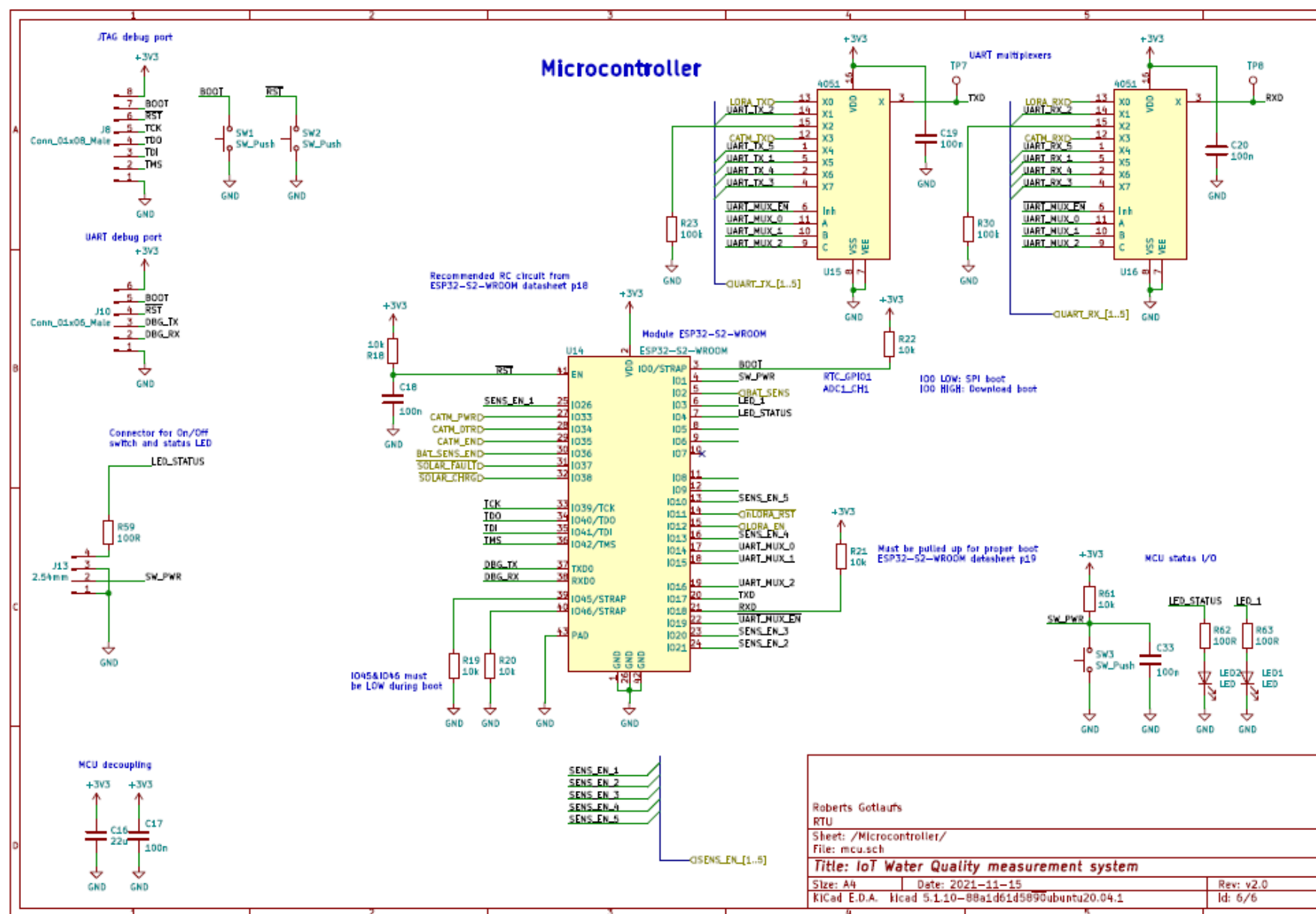
Size: A4 Date: 2021-11-15  
KiCad E.D.A. KiCad 5.1.10-88a1d61d5890ubuntu20.04.1

Rev:  
Id: 5/6



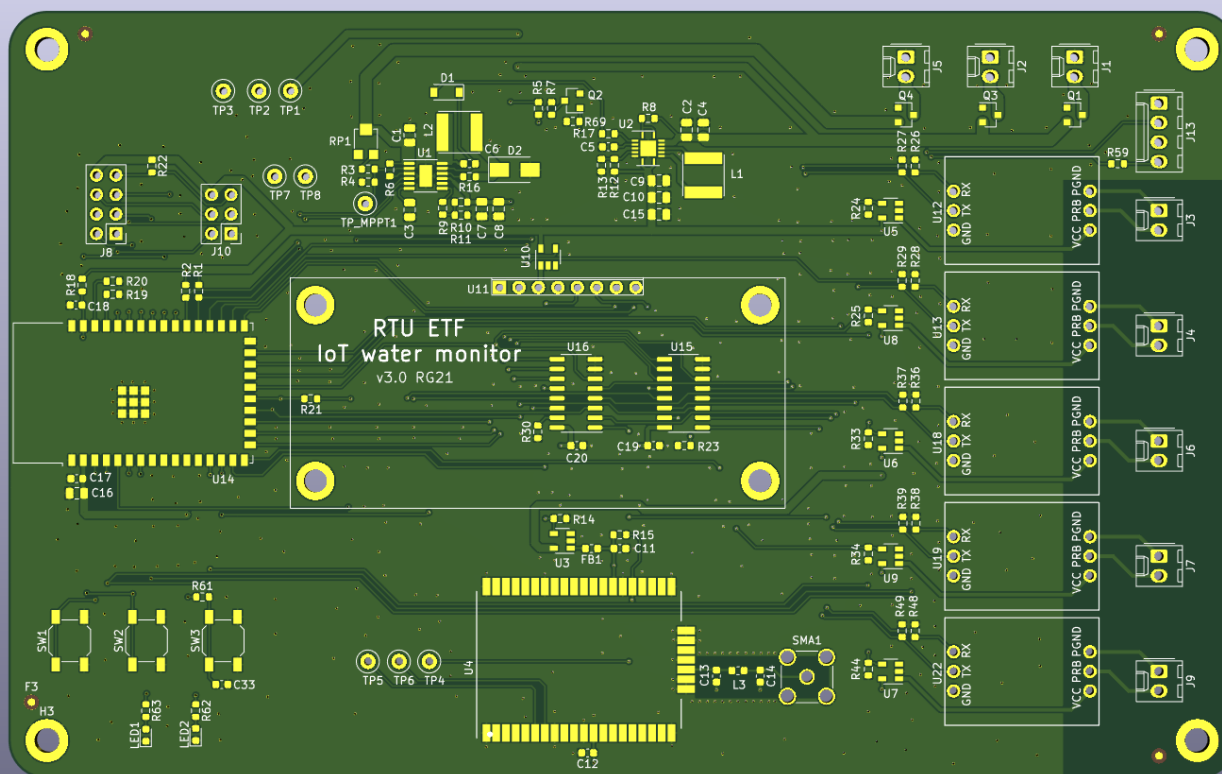
Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīksaimniecību pārvaldības jaunās paaudzes kibernetiskās infrastruktūras izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003

November 15, 2021



November 15, 2021

**Projekts „ Ūdens kvalitātes monitoringa un dīkšaimniecību  
pārvaldības jaunās paaudzes kiberfizikālās infrastruktūras  
izstrāde akvakultūras objektu produktivitātes paaugstināšanai”  
Nr. 18-00-F02201-000003**



DP4-DP5 Sistēmas testēšana reālos apstākļos, optimizēšana, publicitātes pasākumi 22.-28.mēn.