

March 31, 2022

Projekts „Jaunās paaudzes roņu atbaidīšanas ierīču izstrāde un testēšana” Nr. 19-00-F01101-000001

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 „Jaunās paaudzes roņu atbaidīšanas
ierīču izstrāde un testēšana” Nr. 19-00-F01101-
000001

Atskaite par projekta uzdevumiem 4.2.,
4.3.,5.1.

2022

Satura radītājs

1.	DP4. Pilnās funkcionalitātes prototipu realizācija un testēšana	3
1.1.	U 4.2. Prototipu testēšana	3
	Izstrādāto boju parametri	3
	Testēšanas vietas un gaita.....	4
	Testēšanas laikā izmantoto akustisko signālu parametri	7
	Tehniskie uzlabojumi testēšanas laikā	12
	Akumulatoru atslēgšana ilgstošai glabāšanai.....	17
1.2.	U 4.3. Testēšanas datu apstrāde un analīze.....	21
	Zvejnieku atsauksmju apkopojums	21
	Kopējie secinājumi	23
1.3.	Piedāvātie iekārtas uzlabojumi un jaunie tehniskie risinājumi	24
	Jaunā akumulatoru uzlādes sistēma	24
	Jaunā vienkāršotā shēma	25
	Attālinātās programmēšanas iespējas	25
2.	DP5. Publicitātes pasākumi	28
	U5.1. Zinātnisko rakstu izstrāde. AP5.1. Augstas kvalitātes zinātniskie raksti.	28
3.	Rezultātu izplatīšana	29
4.	Secinājumi	32
	PIELIKUMI	34
	P1. Zvejnieku protokoli.....	34
	P.2. Publicitātes pasākumi.....	58
	P.2.1. LZF sēdes programma	58
	P.2.2. Facebook ziņa.....	59
	P.2.3. Zinātniskais raksts.	60

1. DP4. Pilnās funkcionalitātes prototipu realizācija un testēšana

Dotās darba pakas ietvaros tiek nodrošināta vismaz 6 pilnās funkcionalitātes prototipu intensīvā testēšana Latvijas piekrastē. Testēšanas rezultātā tiks noskaidrotas jaunās funkcionalitātes priekšrocības un ieguvumi, kā arī realizēta iespēja aprobēt iekārtu dažādos laika apstākļos, dziļumos un gada mēnešos. Intensīvās testēšanas rezultātu apkopojums sniegs plašākas zināšanas par iekārtu pielietojšanas īpatnībām, darba režīmiem utt.

1.1. U 4.2. Prototipu testēšana

Dotā darba uzdevuma ietvaros tiks veikta vismaz 6 izstrādāto pilnās funkcionalitātes prototipu uzstādīšana un testēšana pie dažādiem Latvijas piekrastes zvejniekiem visā testēšanas perioda laikā. Tiks veikta iesaistīto sadarbības partnera nodrošināto zvejnieku pārstāvju instruktāža un apmācība darbā ar prototipiem, izdalīti izstrādāti protokoli. Nepieciešamības gadījumā garā testēšanas perioda laikā iekārtas var tikt pārliktas uz jaunām testēšanas vietām, ja tas sniegs manāmu ieguvumu iekārtu izmantošanas efektivitātes novērtēšanai.

Testēšanas laikā projekta zinātniski-tehniskais personāls nodrošinās iekārtu apkalpošanu, pieskaņošanu un, nepieciešamības gadījumā, operatīvu funkcionālo nepilnību novēršanu.

Izstrādāto boju parametri

Tabulā ir apkopoti sešu izstrādāto un saražoto boju galvenās konstruktīvas īpatnības. Būtiskākā atšķirībā ir izmantotais zemūdens skaļrunis, jo tas ietekmē gan skaņas ģeneratora parametrus (darba frekvences), gan salāgojošo ķēdi starp ģenerācijas plati un skaļruni. Trijās bojās tika izmantoti skaļruņi no AIRMAR Technology Corporation un citās Sonotube 8&13kHz no Chelsea Technologies. Boju otrajā versijā arī ir samazināts spiesto plašu un mikrokontrolieru skaits.

Bojas ID	Skaļrunis	Salāgojošo induktīvo elementu skaits	Skaļruņa aizsardzība	Mikrokontrolieru /plašu skaits bojā
100	Airmar	1	Bez	3/4
200	Airmar	1	Cieta, no nerūsējoša tērauda	3/4
300	Airmar	1	Mīksta, izgatavota no virves	3/4
400	Sonotube 8&13kHz	3	Originālā	2/2
500	Sonotube 8&13kHz	3	Originālā	2/2
600	Sonotube 8&13kHz	3	Originālā	2/2

Testēšanas vietas un gaita

Testēšanas periods	Bojas ID	Komentāri/novērojumi
SIA “Leste”, Carnikavas novads, Reģ. Nr. 40103047955, Aldonis Lūkins., tel. 2XXXX181		
14.05.2021- 21.05.2021	200	15.05.2021- konstatēts pārāk augsts spriegums bojā 24 V – nepieciešams veikt uzlabojumus bezvadu enerģijas pārvades sistēmas algoritmā. 19.05.2021- nostrādā ūdens devējs. 21.05.2021- 200. boja apmainīta pret 300.
21.05.2021- 16.06.2021	300	8.jūnijā konstatēta problēma ar vienu ārējo akumulatoru- grūti ieslēgt jūrā. Pjezopogas defekts. 13.06.2021- Vētra. Vējš līdz 25m/s. Boja nebija izvilktā krastā. 16.06.2021- nostrādā ūdens devējs. To var redzēt aplikācijā. Tika nosūtīts SMS. 16.06.2021 Boja atvesta uz fakultāti. Ūdens ticis iekšā caur lādētāja konektoru. Nepieciešama papildus hermetizācija.
29.06.2021- 15.07.2021	300	- Viss ir salabots, salikts un 29.06.2021 nogādāts Carnikavā 15.07.2021 atvests uz Ķīpsalu atpakaļ. - Zvejnieki apgalvo, ka pa vasaru nav ne zivju, ne roņu, tāpēc tiek nodrošināti bojas uzturēšanas darbi. 13.09.2021- Sazvanījām Aldoni Lūkinu- apgalvo, ka joprojām nav zivju un nav vērts uzstādīt atbaidītāju. Solījās sazināties, kad radīsies nepieciešamība. 04.10.2021 Sazvanījām Aldoni Lūkinu- saka, ka zivju nav un nav izdevīgi braukt jūrā- šobrīd apstādina visas aktivitātes.
16.11.2021 - 06.12.2021	400	- Ielika boju Gaujas grīva, lai neielaiestu roņus Gaujā. - šoreiz bojai ir iestatīts skaļš signāls (tuvāk rezonanses frekvencēm). Konfigurācijas kods: 01 03 74 AC 03 64 0E 04 04 01 0A 00 8B FF 96 32 64 00 01 01 00 3C 01 A5 FF 22.11.2021 5.37 signāls tiek nomainīts uz klusāko (standarta max skaļums, un frekvences tālu no rezonanses), bet biežāko. Konfigurācijas kods: \x03\x01\x11\xAC\x03\x64\x0E\x04\x04\x01\x0A\x00\x8B\xFF\x7E\x32\x64\x00\x01\x01\x00\x0F\x01\x93\xFF 06.12.2021 Iekārta atvesta uz fakultāti. Pēc Aldoņa Lukina novērojumiem- efekts netika novērots. Roņi nav baidījušies no jaudīgiem signāliem. Pašiem zvejniekiem uzturēties iekārtas tuvumā bija nepatīkami.

SIA „Pundiķi”, Rojas novads, Reģ. Nr. 41203008436 , Oskars Niklāvs, tel. 2XXXX645		
21.05.2021- 25.05.2021	100	25.05.2021 Bojā konstatēts ūdens- aplikācija, SMS. 26.05.2021 Boju izvilka krastā. Bojai nolauzta skaņas ieslēgšanas poga- caur to ūdens nokļuva bojā. Atvesta uz fakultāti. Ūdens ir ticis arī iekšā bojas elektronikas un akumulatoru kastēs. Ir nepieciešams remonts vai komponentu maiņa. - Boja savesta kārtībā, veikta pogas papildus hidroizolācija. 2021. gada septembrī Artūrs sarunājis testēšanu oktobrī, kad būs lašu zveja. Kontaktpersona- Aivars (2XXXX826) - Pirmās divās oktobra nedēļās Artūrs nevar sazināt zvejniekus- klausuli neveļ. Arī 12.10.2021 – nav sazināms.
30.05.2021- 17.06.2021	100	- Atvesta 30.05.2021, bet faktiski palaista jūrā 2.jūnijā; 3.jūnijā - konstatēts, ka izslēgts akumulators. Boja strādā. Ir aizdomas, ka akumulatoru varētu izslēgt putni. 13.06.2021- Vētra. Vējš līdz 25m/s. Boja netika izvilka krastā. 16.06.2021 nostrādā ūdens devējs (aplikācijā, SMS). Iemesls: ūdens ir ticis iekšā caur nolauzto avārijas skaņas izslēgšanas pogu. Pogas mehāniskā bojājuma cēloni noskaidrot neizdevās. 17.06.2021 Boja nogādāta krastā Rojā. 17.09.2021 Artūrs Āboltiņš ir sazinājies ar pārstāvjiem- iekārta būs vajadzīga pēc 1. oktobra, kad sāksies lašu zveja.
Zv/s „Smilkšēni”, Dundagas novads, Reģ. Nr. 46101016461, Guntis Otomers, tel. 2XXXX085		
		17.09.2021 Artūrs Āboltiņš sazinājies ar pārstāvjiem- teica, ka viņiem sezona ir noslēgusies un līdz pavasarim iekārta nebūs vajadzīga.
SIA “Baņķis”, Salacgrīvas novads, Reģ. Nr. 50003253041, Guntis Bergs, tel. 26467585		
24.09.2021		20.09.2021- Sazinājām Gunti Bergu. Iedeva klausuli Kārlim. Murdus liks pēc 1. oktobra. Līdz tam tikai ar tīkliem zvejo. Jāzvana pēc 1. oktobra. 2XXXX519. Atzvanīja un iedeva kontaktus: Nikolajs Koluškins 2XXXX933.
IK J.A.N.K.I., Limbažu novads, Salacgrīva, Tīruma iela 6-5, Reģ.Nr.: 44102025374, Inese Koluškina, ineseXXXXXX@inbox.lv, 2XXXX413, Nikolajs Koluškins 2XXXX933		

20.09.2021- 08.10.2021	100	20.09.2021- 15.00 Māris Zeltiņš atdeva boju. 21.09.2021- Konstatēts ūdens bojā – mitrums ap 80-90%, tomēr elektronika strādā. Neliels mitruma daudzums ticis uz devēja. 27.09.2021- Zvejnieks teica, ka efekta nav- zivju daudz, bet uzskostas-roņi nebaidās. 27.09.2021- Nosūtīts signāla atjauninājums- tagad tas skan divreiz biežāk. 08.10.2021 boja izvilka krastā. Zvejnieks apgalvo, ka signāls neatbaida roņus, bet atbaida lašus. Tālāk testēt negrib. - Boja nogādāta uz fakultāti- iekšā konstatēts neliels ūdens daudzums. Elektronika nav bojāta.
Zv/s 'Staģis-1', Rīga, Reģ. Nr. 50001010811, Juris Dančauskis., tel. 2XXXX772		
05.11.2021 - 09.12.2021	100, 600	09.12.2021 Oskars Dančauskis informēja, ka testēšana nebija veiksmīga, jo upē nebija zivis - mazāk nekā viens spainis no 5 mudiem. Līdz ar to nav vērts testēt tālāk.
SIA "Branga", "Mūrnieki", Ķesteriems, Engures pag., Tukuma nov., LV-3113, Ilmārs Raginskis, tel. 2XXXX346		
24.10.2021- 16.12.2021	300	28.10.2021 14.00- Boja ir palaista. - Signāla konfigurācijas kods :AC 03 64 0E 04 04 01 0A 00 8B FF 7E 32 64 00 01 01 00 3C 01 94 FF 29.10.2021 no rīta zvejnieks informēja, ka tīklā ir caurums un blakus atbaidītājam bija manīti roņi. 29.10.2021 16.00 tika izlemts izmēģināt divreiz vājāku signālu, jo pats zvejnieks ir piedalījies iepriekšējās iekārtas testēšanā un apgalvo, ka pie vājākiem signāliem iekārta atbaidīja visus roņus. Konfigurācijas kods: AC 03 64 0E 04 04 01 0A 00 8B 7F 7E 32 64 00 01 01 00 3C 01 94 7F 06.11.2021 Jaunami no zvejnieka- tīklos caurums. Lūdz izmainīt signālu. Liekam pusi no jaudas, bet divreiz biežāku signālu atskan ik pēc 30 sekundēm (signāls- 2 s, pauze- 30 s). Konfigurācijas kods: 03 01 11 AC 03 64 0E 04 04 01 0A 00 8B 7F 7E 32 64 00 01 01 00 1E 01 94 7F. (Mainīts @ 18:31:38) 12.11.2021 Ir konstatēts, ka roņi peld blakus bojai. Jaunā signāla konfigurācijas kods: 03 01 11 AC 03 64 0E 04 04 01 0A 00 8B FF 7E 32 64 00 01 01 00 <u>1E</u> 01 94 FF 2s signāls ar 30 sek. pauzi, -100% skaļumu, veciem skaļruņiem. 09.12.2021 Sazinājamies ar I. Raģinski. Iekārtas tā arī kārtīgi nav testējis- sākumā bija stiprs vējš un tagad ir sals- nevar ienākt jūrā. Apstādina aktivitātes līdz pavasarim.

29.10.2021- 16.12.2021	500	02.11.2021 14.30 ielādēts skaļāks signāls tuvāks rezonansei: \x03\x01\x11\xac\x03\x64\x0e\x04\x04\x01\x0a\x00\x8b\xff\x96\x32\x64\x00\x01\x01\x00\x3c\x01\xa5\xff - Pēc telemetrijas datiem boja netika testēta jūrā.
---------------------------	-----	---

Testēšanas laikā izmantoto akustisko signālu parametri

Testa signāla numurs	Signāla ilgums-pauzes ilgums-skaļums
1	2s – 60s – max
2	2s – 30s – max
3	2s – 15s – max
4	2s – 60s – 50%
5	2s – 30s – 50%
6	2s – 15s – 50%

Uzsakot testēšanu jaunā vietā tiek lietots 1. signāls. Garāka pauze starp atbaidīšanas signāliem nodrošina ilgāku akumulatora kalpošanas laiku un attiecīgi retākus braucienus tā maiņai. Gadījumā, ja iekārtas tuvumā tiek novēroti roņi vai to izraisīti zivju bojājumi, tad secīgi pāriet uz 2. un 3. signālu. Atsevišķos gadījumos, tika lietoti klusāki signāli (4.-6.), kas pēc dažu zvejnieku domām, varētu labāk atbaidīt roņus.

March 31, 2022

Projekts „Jaunās paaudzes roņu atbaidīšanas ierīču izstrāde un testēšana” Nr. 19-00-F01101-000001

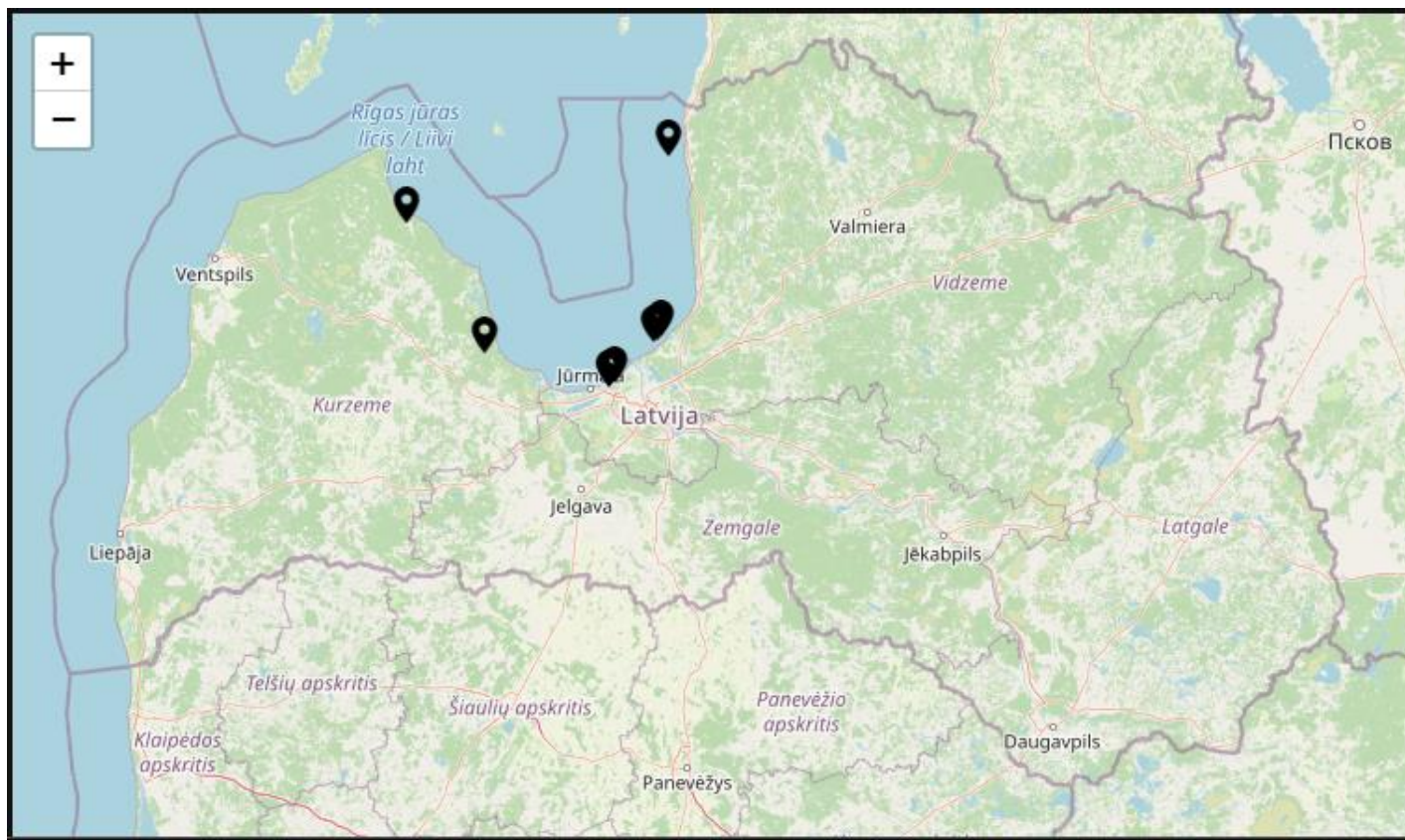
Bojas ID	Sākuma datums	Beigu datums	maijs	jūnijs	jūlijs	augusts
SIA "Leste", Carnikavas novads						
200	14.05.2021	21.05.2021				
300	21.05.2021	16.06.2021				
300	29.06.2021	15.07.2021				
400	16.11.2021	06.12.2021				
SIA „Pundīki”, Rojas novads						
100	21.05.2021	25.05.2021				
100	30.05.2021	17.06.2021				
IK J.A.N.K.I., Limbažu novads, Salacgrīva						
100	20.09.2021	08.10.2021				
Zv/s "Staģis-1", Rīga						
100	05.11.2021	09.12.2021				
600	05.11.2021	09.12.2021				
SIA "Branga", "Mūrnieki", Ķesterciems						
300	24.10.2021	16.12.2021				
500	29.10.2021	16.12.2021				

Bojas ID	Sākuma datums	Beigu datums	septembris	oktobris	novembris	decembris
SIA "Leste", Carnikavas novads						
200	14.05.2021	21.05.2021				
300	21.05.2021	16.06.2021				
300	29.06.2021	15.07.2021				
400	16.11.2021	06.12.2021				
SIA „Pundīki”, Rojas novads						
100	21.05.2021	25.05.2021				
100	30.05.2021	17.06.2021				
IK J.A.N.K.I., Limbažu novads, Salacgrīva						
100	20.09.2021	08.10.2021				
Zv/s "Staģis-1", Rīga						
100	05.11.2021	09.12.2021				
600	05.11.2021	09.12.2021				
SIA "Branga", "Mūrnieki", Ķesterciems						
300	24.10.2021	16.12.2021				
500	29.10.2021	16.12.2021				

Testēšanas vietas kartē (apkopots no reāliem serverī saņemtiem GPS datiem):

March 31, 2022

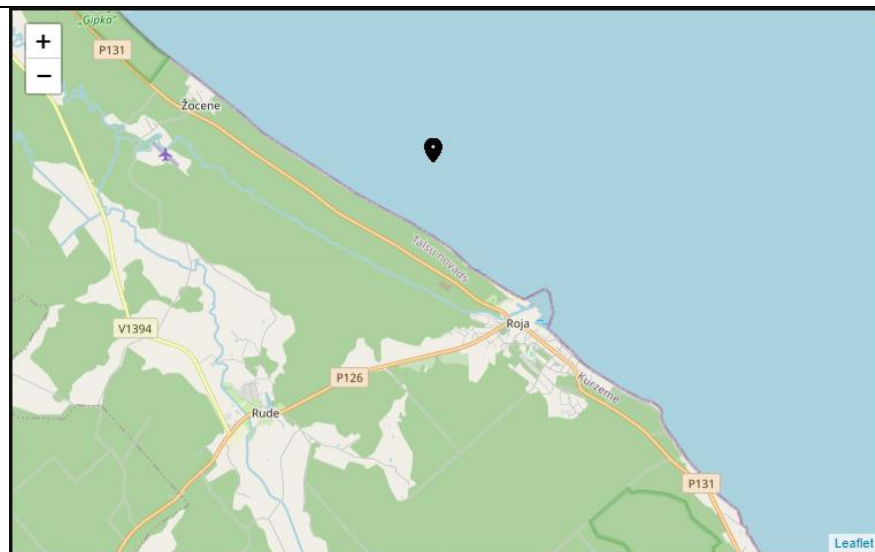
Projekts „Jaunās paaudzes roņu atbaidīšanas ierīču izstrāde un testēšana” Nr. 19-00-F01101-000001



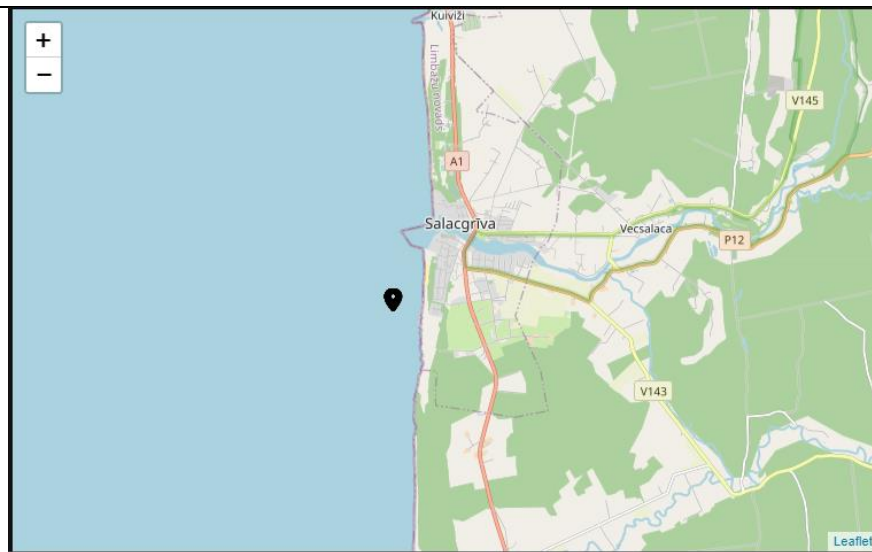
Zemāk ir detalizēti attēlots katrs objekts:

March 31, 2022

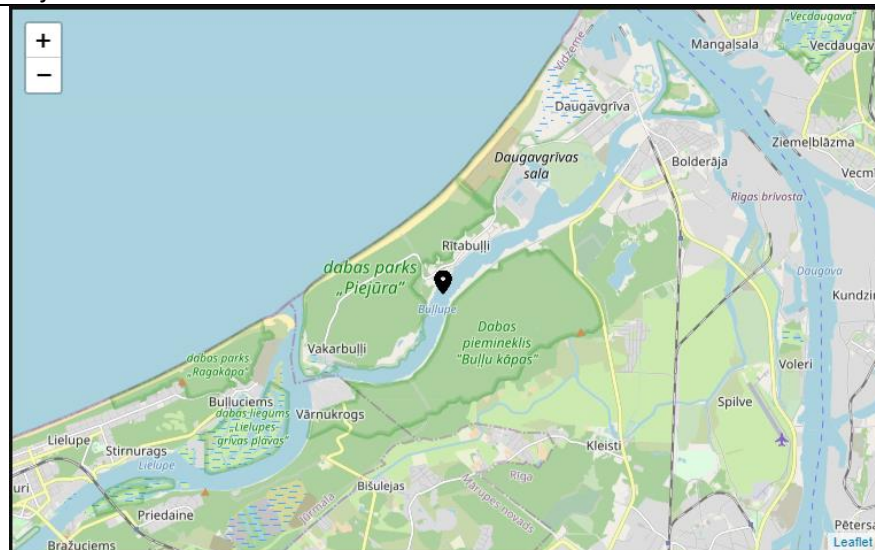
Projekts „Jaunās paaudzes roņu atbaidīšanas ierīču izstrāde un testēšana” Nr. 19-00-F01101-000001



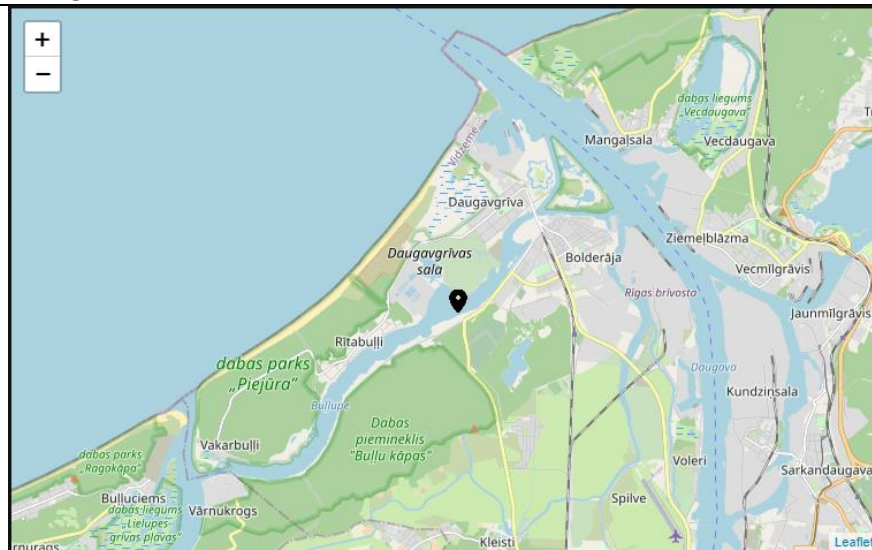
Roja



Salacgrīva



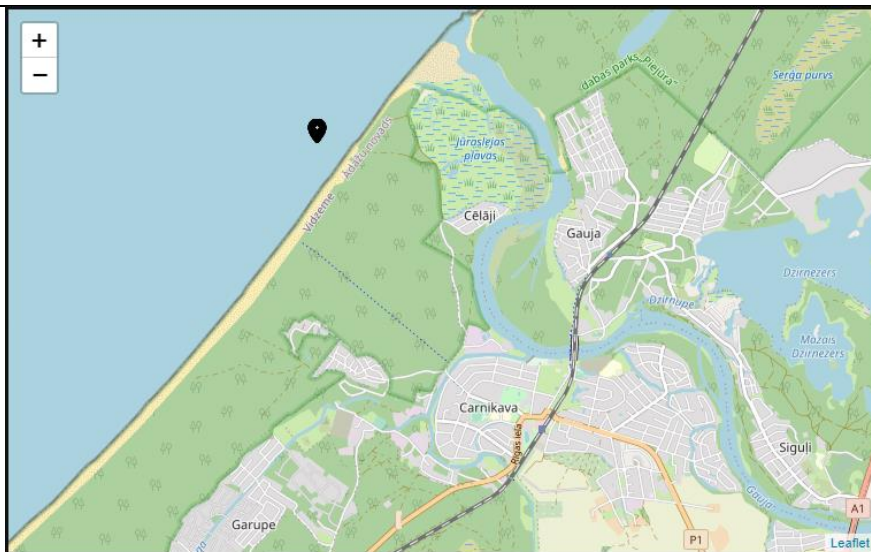
Bullupe 1



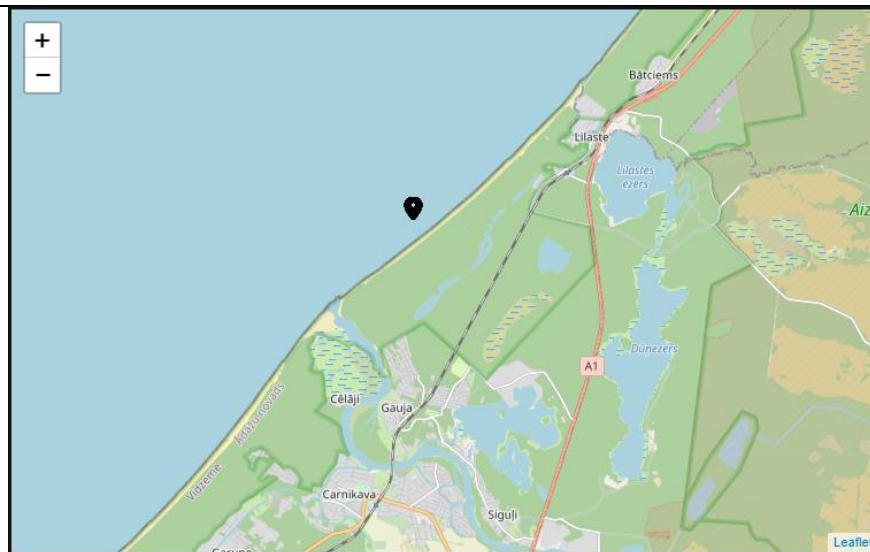
Bullupe 2

March 31, 2022

Projekts „Jaunās paaudzes roņu atbaidīšanas ierīču izstrāde un testēšana” Nr. 19-00-F01101-000001



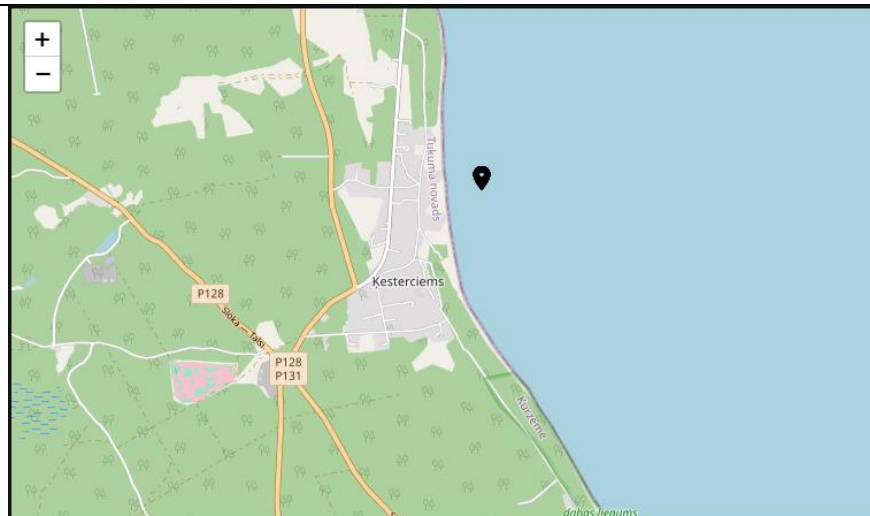
Carnikava



Carnikava - Lilaste



Carnikava - Gauja

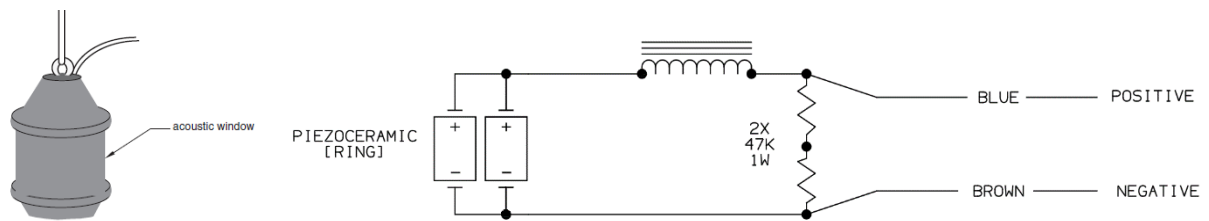


Kesteriems

Tehniskie uzlabojumi testēšanas laikā

Jaunu skaļruņu salāgošana

Pirmajai iekārtu sērijai tika izmantoti *Airmar* ražotie skaļruņi. Faktiski tie ir pjezoelektriskie pārveidotāji ar korpusā iebūvētu induktīvo spoli (attēlā). Kopā ar pārveidotāja kapacitāti tie veido virknes kontūru ar rezonanses frekvenci ap 10kHz. Līdz ar to frekvenču joslā 8...11kHz skaļruņa kopumā impedance ir 20...50Ω, kas ļāva izmantot paaugstinošo transformatoru ar samērā zemu vijumu attiecību (20/200).



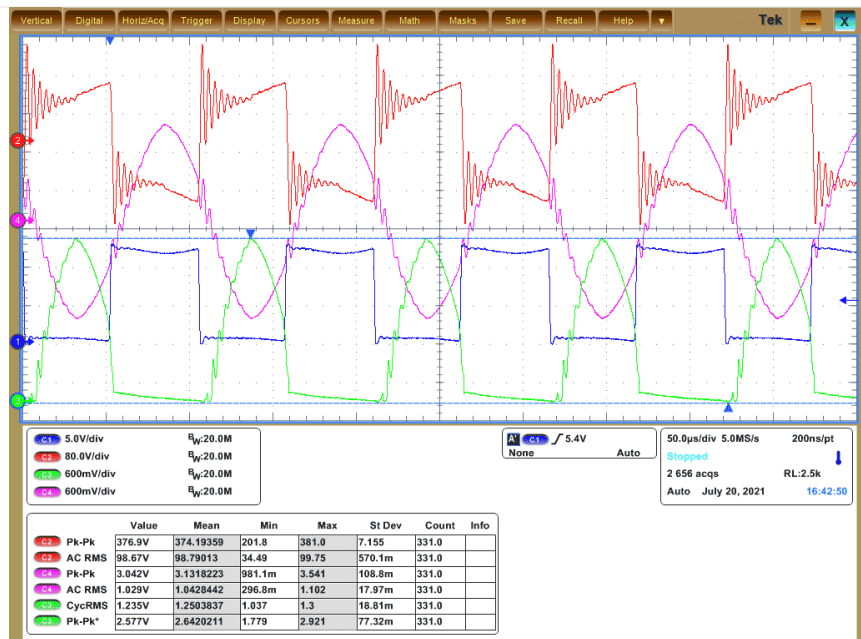
Transformatoru darbina H-tipa tilts (2x BTN7960) ar aptuveni meandra formas signālu izejā.

Attēlā – spriegumu un strāvu formas, testējot skaļruni ap 150 litru tilpuma ūdens mucā.

Sarkanā – transformatora izejas spriegums, meandra forma ar izvārstījumiem.

Rozā – strāva transformatora izejā, teju tīra sīnusoīda (mērīta kā spriegums uz 1Ω rezistora).

Zilā – spriegums transformatora ieejā (faktiski – tilta vienā plecā).



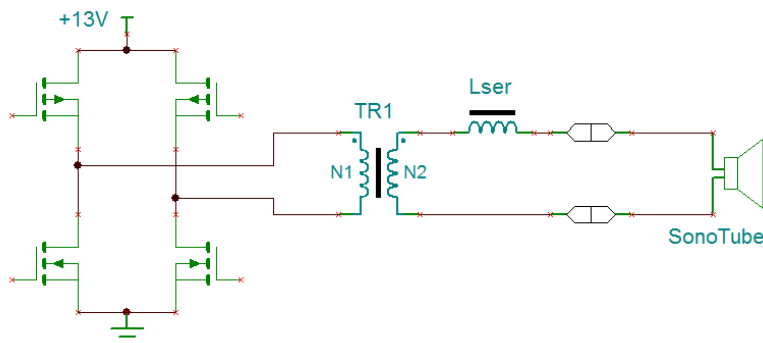
Zaļā – spriegums BTN7960 strāvas mērīšanas izejā (proporcionāls apakšējā tranzistora strāvai).

Frekvence – 9,5kHz. Patērētā jauda – 109W, tilta draiveri tikai nedaudz siltāki par istabas temperatūru. No tā var secināt, ka skaļruņi tiek izkliedēti vismaz 90...100W jauda.

Lieliski... Izņemot to, ka šie skaļruņi vairs netiek ražoti. Tāpēc nākošai iekārtu sērijai tika iepirkti cita ražotāja – *Chelsea Technologies* ražotie SonoTube 008/D12 skaļruņi. Šiem skaļruņiem:

- Nav iebūvētās induktīvās spoles (to jāizveido pašiem)
- Pjēzopārveidotāja kapacitāte – 12...13nF, ilgstoši maksimāli pieļaujamais spriegums – 750Vrms.

Tātad jāpiemeklē izdevīgākie transformatora vijumu skaits un attiecība ($N2/N1$), un salāgojošā induktāte, lai panāktu pēc iespējas lielu spriegumu skaļruņī.



Pirmajiem testiem tika sagatavots transformators ar dažādu sekundārā tinuma vijumu skaitu: toroidāla ferrīta serde (Mouser PartNr 871-B64290L40x830), vada šķērsgriezums – $1,5\text{mm}^2$, $N_{\text{prim}} = 19$, $N_{\text{sec}} = 19 / 38 / 76$.

Un arī pārslēdzama induktāte uz ferrīta toroidālas serdes (Mouser PartNr 871-B64290L82x830) ar pārslēdzamiem izvadiem, ļaujot iegūt 7,1 / 8,2 / 9,4 / 10,7 / 12,1 / 15,1 / 16,8 / 18,5 / 20,3 / 22,0 / 24,0 / 28,1 mH induktāti pie 10kHz frekvences.

Šādā slēgumā lielākais spriegums uz skaļruņa (atkal 150 litru ūdens mucā) tika iegūts pie šādos apstākļos:

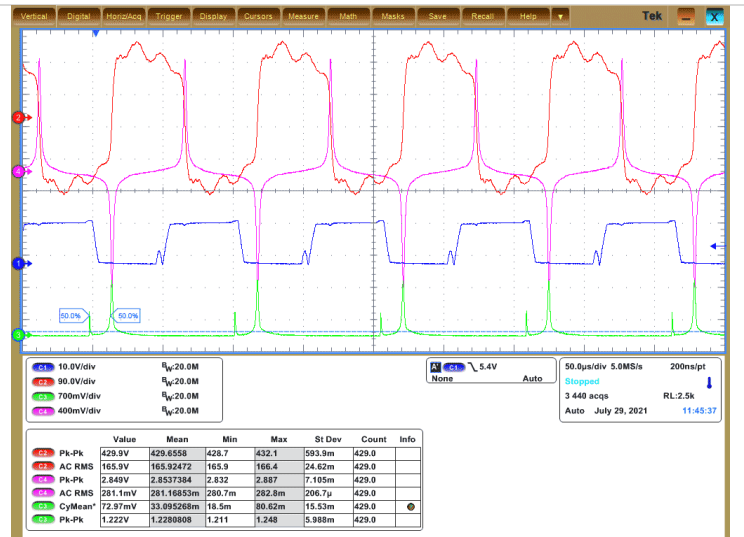
	f [kHz]	Lser [mH]	Uskaļr [Vacrms]	Strāva no 13V [A]	Patērētā jauda [W]
19 / 19	9,60	10,7	44,0	0,06	0,8
19 / 38	9,54	12,1	79,2	0,15	2,0
19 / 76	9,64	28,1	165,9	0,45	5,9

Kā redzams, iegūtie spriegumi un patērētā jauda ir krietni par mazu.

Taču ļoti interesantas ir strāvu formas pie lielākās pārvadītās jaudas (transformators 19/76).

Sarkans – spriegums uz skaļruņa, **rozā** – strāva caur to.

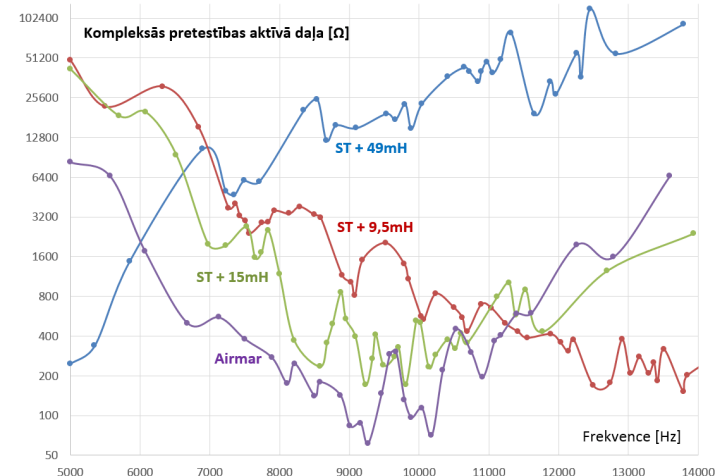
Zils - spriegums transformatora ieejā (viena tilta pleca izejā), **zaļš** - spriegums BTN7960 strāvas mērīšanas izejā (proporcionāls apakšējā tranzistora strāvai).



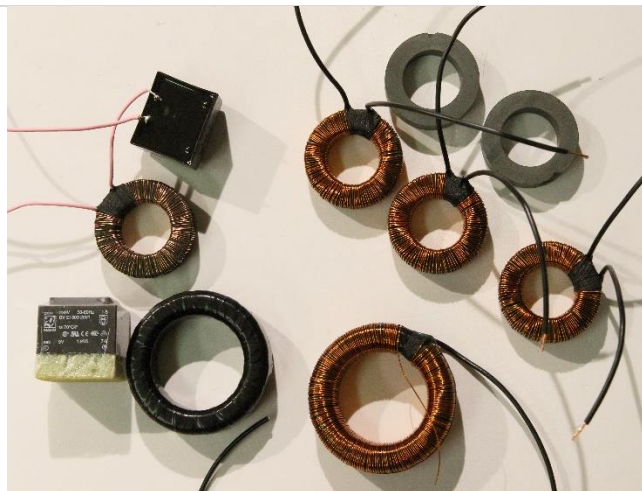
Ja ar Airmar skaļruni draiveru BTN7960 strāvai bija teju sinusoidāla forma, tad šeit vērojam tikai šaurus pīķus laikā, kad mainās spriegums uz skaļruņa.

Papildus veikti Airmar un SonoTube (kopā ar papildus induktāti) impedances mērījumi apstiprina – ar 15...30mH papildus induktāti SonoTube skaļruņu pretestībai ir minimums 8...12kHz joslā. Tomēr tā ir vismaz 2 reizes lielāka, kā Airmar gadījumā.

Tas viss liecina – jāpalielina transformatora vijumu attiecību, lai iegūtu lielāku spriegumu uz skaļruņa.



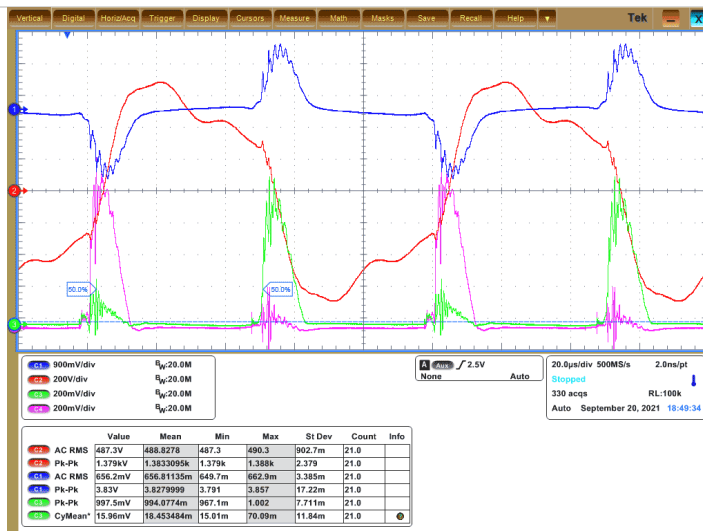
Nākošais transformators tika uztīts ar vairākiem sekundārajiem tinumiem, ko varēja saslēgt atsevišķi vai virknēs. Ar visiem sekundārajiem tinumiem virknē tika iegūts lielākais transformācijas koeficients 30 un tukšgaitas spriegums 770Vpp.



Kā virknes inductātes tika izmantotas jau pieminētā pārslēdzamā spole, kā arī vairākas fiksētas, uztītas atsevišķi uz dažāda materiāla serdēm (attēlā).

Attēlā – tipiska aina, ko varēja iegūt ar minētajām inductātēm.

Zilā – strāva caur skaļruni, **sarkans** – spriegums uz skaļruņa. **Zaļš** un **rozā** - spriegumi abu BTN7960 strāvas mērīšanas izejās.



Lai arī iegūtais spriegums uz skaļruņa ir ievērojams (ap 490Vrms), tomēr neapmierina draiveru strāvas forma.

Iemesli:

1. Draiveru strāvas maksimumi šeit sakrīt ar pārslēgšanās momentu, tādēļ draiveros izdalās ievērojama jauda (tie sakarst jau dažu desmitu sekunžu laikā).
2. Saslēdzot virknē vēl vairāk transformatora vijumu (lielāka sprieguma iegūšanai), šie strāvas pīķi jau sasniedz pārslodzes sliekšni. Tad draivera mikroshēmā iebūvētā loģika aizver abus tranzistorus uz dažām milisekundēm. Šādām pārslodzes atslēgšanām sekojot viena otrai, skaļrunī augstas (ap 10kHz) frekvences vietā dzirdama zemas (daži simti Hz) frekvences trokšņveida skaņa, kas jau ir zivīm sadzirdama. Roņu atbaidīšanas vietā iestājas zivju atbaidīšana.

Lielisku strāvas formu (līdzīgu, kā ar Airmar skaļruni) varēja iegūt, ja virknē ar papildus inductāti un skaļruni ieslēdza dažu desmitu Ω pretestības rezistoru. Taču arī šis nav risinājums, jo minētajā rezistorā izdalās dažu desmitu W liela jauda. Taču tas vedināja uz domu par piesātināmas inductātes ieslēgšanu rezistora vietā. Iepriekš visas papildus inductātes darbojās lineāri, to serdes nepiesātinot. Šāda piesātināma un liela inductāte

varētu nogludināt strāvas pārslēgšanās laikā, bet pēc tam, strāvai pieaugot (un serdei piesātinoties) jau sāktu darboties kā minētā virknes pretestība.

Piesātināmas inductātes piemēri – mazas jaudas (1...5W) transformatori barošanas blokiem (resp. 50Hz frekvences spriegumam) vai vecu audioiekārtu izejas transformatori. No vairākiem eksemplāriem piemērotākais izrādījās *Hahn* ražotais 1,9W transformators (resp. viens tā sekundārais tinums).

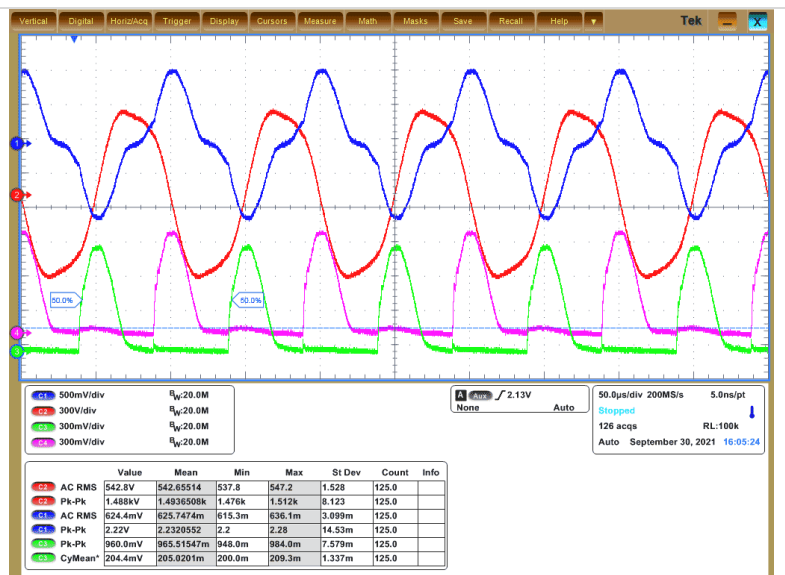


Attēlā – tipiska aina ar šādu transformatoru virknē ar papildus inductāti un skaļruni.

Zilā – strāva caur skaļruni, **sarkans** – spriegums uz skaļruņa. **Zaļš** un **rozā** – spriegumi abu BTN7960 strāvas mērīšanas izejās.

Strāva un spriegums uz skaļruņa ir daudz tuvāki sinusoidālai formai, bet galvenais – draiveru strāva ir ar labāku formu.

Kā sekas – draiveru pārkaršana ir novērsta, pārslodzes izraisītā atslēgšanās nav novērojama. Un vienlaikus, var panākt lielāku spriegumu skaļrunī (jau 500...600Vrms).



Ir arī negatīvas sekas – kā virknes inductāte ieslēgtais mazais transformators sasilst. Galvenokārt – dēļ virpuļstrāvu zudumiem serdē, kas nav domāta darbam 10kHz frekvencēs. Tomēr iekārtā paredzētajā darba režīmā (dažu desmitu sekunžu darbs, tik pat garas un garākas pauzes) transformatora temperatūra nepārsniedz 50°C, kas ir pieņemami.

Akumulatoru atslēgšana ilgstošai glabāšanai

Runa ir par akumulatora bloka (iespējams, arī bojas) akumulatoru atslēgšanu to izlādes novēršanai ilgstošas glabāšanas laikā (piem. ziemā), neatverot iekārtu korpusus.

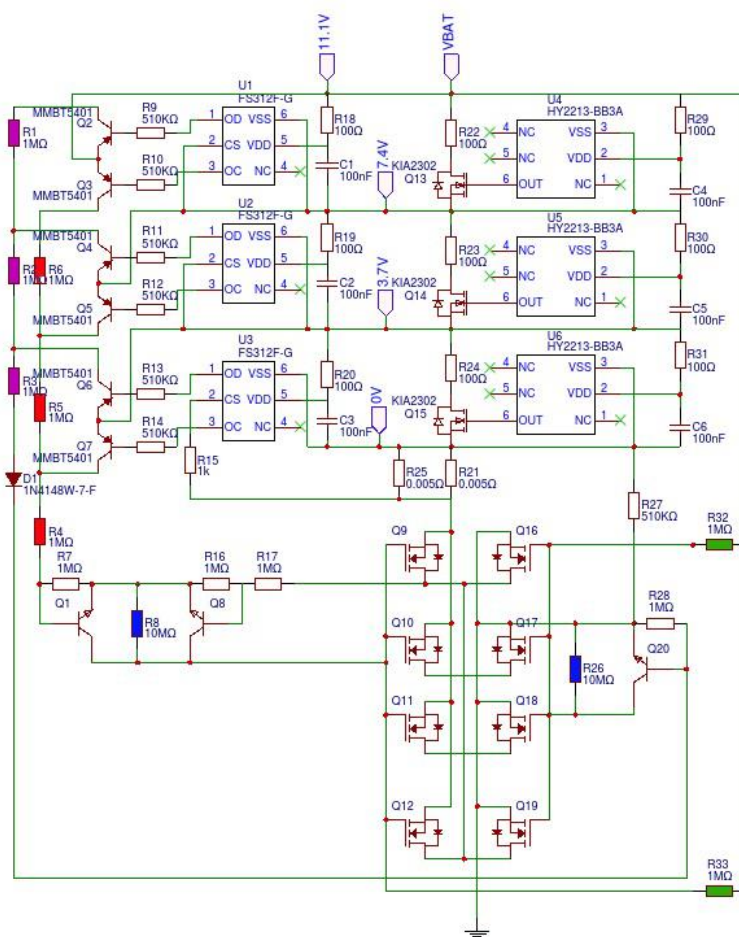
Šim nolūkam varētu izmantot uzlādes ligzdas 2 brīvos kontaktus. Acīmredzot, sezonas vai darba laikā šie kontakti paliek nesavienoti, jo jebko lielāku par aizsargvāciņu varētu viegli nolauzt. Toties glabāšanas laikā tos varētu savienot ar īpaši šim nolūkam sagatavotu spraudni.

Tātad savienojot šos kontaktus, kaut kam ir jāpārtrauc akumulatoru pieslēgumu patērētājiem. Varētu izmantot akumulatoru BMS platēs jau esošos lauktranzistoru slēdžus. Konkrēto mums esošo plašu shēmas nav pieejamas, taču tiklā redzamas daudzas analogiskas. Te viens piemērs baterijai ar 3 akumulatoriem:

Mikroshēmas labajā pusē U4...U6 mēra katra sava akumulatora spriegumu. Ja tas pārsniedz noteikto, atver lauktranzistoru (Q13...Q15), pieslēdzot izlādei 100Ω rezistoru (balansēšana).

Mikroshēmas kreisajā pusē U1...U3 nostrādā pie pārāk liela vai pārāk maza atsevišķa akumulatora sprieguma. Bez tam apakšējā U3 arī mēra izlādes strāvu.

Starp baterijas negatīvo izvadu un slodzes (vai lādētāja) negatīvo (vai GND) ir jaudīgs NMOS tranzistoru slēdzis. Lai spētu vadīt lielākas strāvas, te ir paralēli slēgti vairāki tranzistori. Piem. iepriekšējo eksemplāru BMS platēs ir 2x4 tranzistori PTP03N04N (ražotājs pie $U_{GS}=10V$ sola $R_{DS(on)}=2,1m\Omega$).



Zilie rezistori 10MΩ R8,R26 tranzistoru aizvarus savieno ar iztecēm. Normāli tranzistorus tur atvērtus 1MΩ rezistori R32, R33 (zaļi). Pārslodzes gadījumā mikroshēmas U1...U3 caur izejām OD (OverDischarge) un OC (OverCharge) vada tranzistorus, kas caur sarkanajiem vai violetajiem rezistoriem atver Q1 vai Q20, attiecīgi aizverot jaudas slēdzi vienam vai otram strāvas virzienam.

Tālāk – mēģinājumi aizvērt tranzistorus iepriekšējās paaudzes BMS platēm. Apakšējā grupa – kas savienota ar ārējo GND, augšējā – ar baterijas “-” izvadu.

Sākumā abu grupu aizvarus savienoju ar ārējo GND. Vispirms uzlādes režīms (lādēju no barošanas bloka ar uzstādītu 15,7V spriegumu un 3,5A strāvas sliekšni):

Aizveru apakšējo	Aizveru augšējo	Aizveru abas grupas	Strāva	Piezīmes
			3,528 A	
+			1,04 mA	
	+		3,131 A	1
		+	0,89 mA	

- Šeit strāvu samazinās, jo tā plūst caur atvērtu vienu grupu un otras grupas iebūvētajām diodēm.

Izlādes režīms (slogojot ar jaudīgu 5,4Ω rezistoru):

Aizveru apakšējo	Aizveru augšējo	Aizveru abas grupas	Strāva	Sprieguma kritums uz slēdža	Piezīmes
			-2,23 A	16,7mV	
+			-2,11 A	0,66V	1
	+		-1,60 A	3,7V	2
		+	-1,60 A	3,7V	2

- Šeit atkal sanāk virknē atvērti tranzistori vienā grupā un diodes otrā.
- Dīvains režīms, BMS slēdža tranzistori silst.

Tālāk aizvarus saīsoju nevis ar ārējo GND, bet katrai grupai ar savu izteču ķēdi:

Uzlāde:

Aizveru apakšējo	Aizveru augšējo	Aizveru abas grupas	Strāva
			3,57 A
+			1,04 mA
	+		3,57 A
		+	0,89 mA

Izlāde:

Aizveru apakšējo	Aizveru augšējo	Aizveru abas grupas	Strāva
			-2,16 A
+			-2,06 A
	+		-92,1 μ A
		+	-92,2 μ A

Uzlādes režīms pie glabāšanas nav būtisks, te ir runa tikai par izlādi. Tad jautājums – vai 92 μ A strāva ir liela vai maza? Te pievienosim vēl:

- ap 50 μ A, ko patērē BMS plate no katra akumulatora
- pašizlāde 3% mēnesī. Ja pilna ietilpība ir 60Ah, tas nozīmē zaudētu 1,8Ah lādiņu mēnesī jeb 2,5mA izlādes strāvu. Pie 20Ah – attiecīgi 0,83mA.

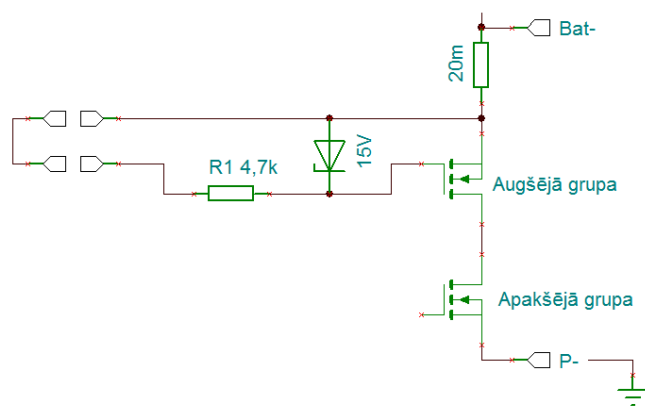
Ražotājs nenorāda pašizlādes atkarību no temperatūras. Jādomā, pie zemākas temperatūras tai vajadzētu samazināties.

Resp. pat bez aprēķiniem redzams – paša akumulatora pašizlādes strāva ievērojami pārsniedz BMS un aizvērto slēdžu noplūdes strāvu.

Tātad pietiek savienot augšējās tranzistoru grupas aizvarus ar to iztecēm. Jāņem vērā – aizvari ar pārējo shēmas daļu savienoti caur M Ω kārtas pretestībām – varētu izpausties te pievienotajā vadā inducētie traucējumi. Bez tam šiem tranzistoriem maksimālais aizvara spriegums ir tikai ± 20 V. Tos varētu sabojāt ar statisko lādiņu. No otras puses – četru tranzistoru kopējā aizvaru kapacitāte ir ap 10-20nF.

Pietiktu:

- savienojošo kabeli (BMS plate-ligzda) ņemt ekranētu, ekrānu pieslēdzot pie tranzistoru iztecēm (resp. strāvas šunta). Protams, ekrāns nedrīkstētu saskarties ar pārējās shēmas GND.
- Pie tranzistoriem pielodēt 15V stabilitronu un virknē – dažus k Ω rezistoru.

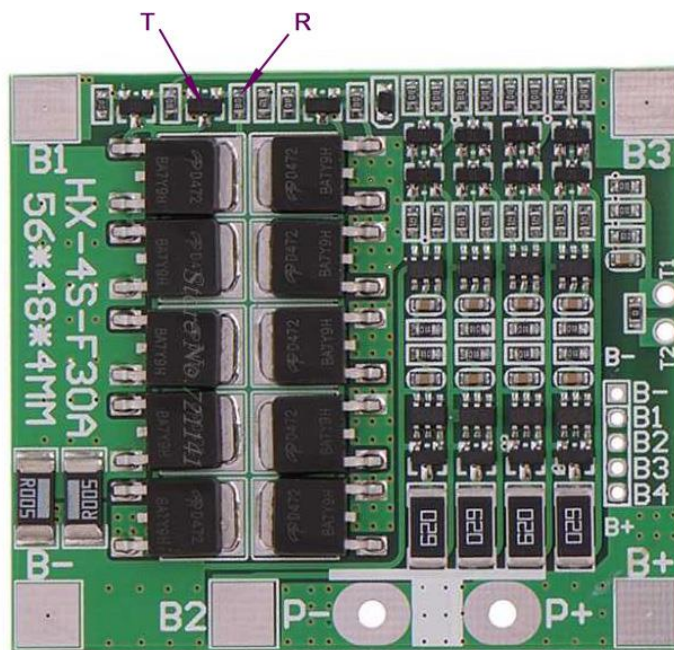


Iepriekš teiktais attiecas uz sākotnēji iepirktajām BMS platēm. Ar otro sēriju (attēlā, HX-4S-F30A) ir savādāk.

Te ir viens mazais tranzistoriņš (T), kurš vada apakšējās grupas lauktranzistorus (attēlā – pa kreisi), un starp tā bāzi un abu grupu savienojumu ir 100kΩ rezistors (R).

- Normāli tas mazo tranzistoru neietekmē, jo grupu savienojumā spriegums ir tuvs 0.
- Toties pēc apakšējās grupas aizvēršanās augšējā paliek atvērta. Grupu savienojumā ir 13V spriegums, un tas caur minēto rezistoru tur atvērtu šo tranzistoru.

Resp. pie aizvēršanas izpaužas kas līdzīgs triggerim.



Līdz ar to šīm BMS platēm jārikojas savādāk:

1. Atslēgšanai jāsavieno apakšējās grupas lauktranzistoru aizvarus ar iztecēm (Gate-Source). Pie tam šoreiz pietiek ar īsu saslēgšanu. Bet var turēt savienotus visu laiku. Abos gadījumos noplūdes strāva slodzē ir 35...40μA.
2. Pieslēgšanai pietiks uz brīdi vai uz normālas uzlādes laiku pieslēgt lādētāju. Un tas jau ir loģiski pēc ilgās glabāšanas.

Gan pirmajai, gan šai BMS plašu sērijai kabeli līdz štekerim vēlams lietot ekranētu. BMS plates galā ekrāns – pie kāda no apakšējās (attēlā- kreisās) grupas tranzistoru izteces (attēlā - apakšējais izvads), centrālo vadu – pie aizvara (attēlā – augšējais izvads).

Štekerī starp šiem kontaktiem būs ap 13V spriegums (tāpat, kā pie uzlādes kontaktiem). Taču šie kontakti būs īpaši jutīgi pret sālsūdeni – pietiks ar dažiem desmitiem kΩ pretestību starp kontaktiem, lai notiktu atslēgšana.

1.2. U 4.3. Testēšanas datu apstrāde un analīze

Dotā darba uzdevuma ietvaros tiks veikta iegūto testēšanas datu analīze, zvejniķu atsauksmju apkopojums un izdarīti secinājumi par iekārtas funkcionālām iespējām, kā arī pielietošanas ierobežojumiem.

Zvejniķu atsauksmju apkopojums

Aizpildīti testēšanas protokoli tika ieskenēti un ir atrodami 1. pielikumā.

Maijā un Jūnijā testēšana norisinājās Carnikavas un Rojas novados (SIA Leste un SIA Pundiķi). Carnikavā zveja norisinājās 4 m dziļumā, izmantojot murdu. Savukārt Rojā - 8 m dziļumā, izmantojot stāvvadu. Kopumā rezultāti ir vērtējami kā labi, jo murds un stāvvads netika bojāti un arī tajos tikai vienreiz ir atzīmēts bojāto zivju īpatsvars 5%. Testēšanas apkaimē tika novēroti roņi, kuri uzturējās pietiekoši lielā attālumā no iekārtas.

Šajā laika posmā tika noskaidrotas dažas iekārtas konstruktīvas nepilnības, kas vairāk ir saistītas ar izmantoto komponentu trūkumiem. Piemēram, ne visai kvalitatīvas izradījās pjezoelektriskā efekta pogas. Testēšanas laikā tika mainītas trīs pogas. Tāpēc 2. versijā tika izmantots citas konstrukcijas pogas, kas ir paredzētas zemūdens konstrukcijām. Arī bija nepieciešama vākos ieskrūvējamo komponentu (pogas, LED indikācija, uzlādes un skaļruņu konektori, antenas) papildus hermetizācija no iekšējas puses.

2021. gada rudenī testēšana norisinājās trijās vietās: Salacgrīvā, Ķesterciemā un Carnikavā (attiecīgi IK J.A.N.K.I, SIA Branga un SIA Leste).

No Salacgrīvas tika saņemts vislabāk aizpildīts testēšanas žurnāls, kurā ir nosepts viss testēšanas periods. Zveja norisinājās 2,5 m dziļumā, lietojot murdu. Saskaņā ar žurnāla datiem roņi uzturējās murda tuvumā, kā arī bojāja zveju rīku un izēda zivis. Testēšanas laikā zvejniķs izteica divās hipotēzes, kuras arī ir ierakstītas žurnālā:

1. Iekārtas skaņas signāli atbaida lašu dzimtas zivis.
2. Iekārtas signāli pievilina roņus.

Abas hipotēzes ir stipri apšaubāmas, jo testēšanas periods bija ļoti īss, lai varētu savākt statistiski ticamus datus. Testēšanas laikā iekārta bija atslēgta uz trim dienām un šajā periodā murdā nozvejoja lašu dzimtas zivis. Bet pēc tam ieslēgtā un tad lašu dzimtas zivis netika konstatētas. Šāds eksperiments tika veikts tikai vienu reizi, līdz ar to nevar noteikt, ka noteicošais faktors bija iekārtas darbība. Tomēr, nav izdevies atrast pierādījumus zinātniskajā literatūrā par lašveidīgo zivju spēju sadzirdēt skaņas diapazonā no 8 kHz un augstāk. Tieši otrādi to dzirdes diapazons nepārsniedz pat 1kHz frekvenci un vērtējams kā diezgan šaurs. Pārsteidzīgi izdarīts secinājums atturēja zvejniķu no iekārtas tālākas testēšanas.

Ķesterciemā tika nogādātās divas iekārtas, bet diemžēl reāli līcī tika testētā tika viena no tam. Arī testēšanas žurnāls ir aizpildīts vien par trim dienām. Zvejas dziļums bija 4m un tika lietots tīkls. Testēšanas laikā tika konstatēti roņu pastrādātiem tīkla bojājumi un arī tika izēstas zivis. Tālāko testēšanas gaitu ietekmēja slikti laikapstākļi – stiprs vējš, bet vēlāk arī sals. Arī šajā gadījumā pietrūka laikā pilnvērtīgiem eksperimentiem ar signālu parametriem, kas ļautu identificēt signālu, kas vislabāk atbaida roņus.

Ļoti interesants eksperiments tika veikts Carnikavā, kur iekārta tika uzstādīta Gaujas upes grīvā. Šajā gadījumā netika aizpildīts testēšanas žurnāls, bet gan regulāri tika sūtītas fotogrāfijas ar bojātām zivīm. Piemēram šāda:



2021. gada novembrī divas bojās tika nogādātas Zv/s ‘Staģis-1’, kuri zvejo Buļļupē. Diemžēl testēšana nebija veiksmīga, tajā laika posmā upē nebija zivis.

No zvejniekiem netika saņemta informācija par iekārtas konstrukcijas trūkumiem, līdz ar to var secināt, ka piedāvātais izpildījums ir pietiekami ērts lietošanā.

Kopējie secinājumi

Apkopojot testēšanas laikā iegūto informācija ir nepieciešams atzīmēt, ka testēšana bija ļoti fragmentārā un tika nosepts relatīvi īss laika posms. To neteica trīs svarīgākie faktori:

- 1) Zveja norisinās šajos laika posmos kurus nosāka aizliegumi un noteiktās zivju sugas esamība piekrastes ūdeņos.
- 2) Laika apstākļi. Zveja nenotiek stiprā vējā, kad var tik bojāti gan zvejas rīki gan atbaidīšanas iekārta. Kad iestājas liels karstums zivis pamet piekrastes reģionus, kā tas notika 2021. gada vasarā.
- 3) Zvejniekiem iekārtas testēšana ir neapmaksāts papilddarbs. Līdz ar to daudzi ļoti nevēlīgi uzņemas testēšanas pienākums. Turklāt tas ir saistīts ar papildus izmaksām, jo biežai akumulatoru maiņai ir nepieciešams patērēt degvielu. Šis faktors nosāka arī testēšanas kvalitāti, jo iekārta nespēj funkcionēt ar izlādētu akumulatoru un tas atrašanas jūrā ir bezjēdzīga. Tāpēc izveidojās situācija, kad noteiktu laika posmu iekārta nedarbojas un zvejas rīki paliek nepasargāti. Pastāv iespēja, ka šī iemesla dēļ var tikt izdarīti nepareizi secinājumi par iekārtas efektivitāti.

Testēšanas laikā iegūta informācija neļauj viennozīmīgi novērtēt roņu atbaidīšanas ierīces efektu, jo dati ir pretrunīgi. Svarīgākais faktors, kas ierobežo testēšanas laiku, ir zvejas norise īsos laika posmos.

Ir nepieciešams atzīmēt, ka no konstrukcijas un programmnodrošinājuma viedokļa ir izdevies izveidot uzdevumam atbilstošu konstrukciju ar sekojošām priekšrocībām:

1. Nav kabeļu komutācijas pie akumulatora maiņas.
2. Signālu parametru attālinātas maiņas iespējas caur mobilo tīklu.
3. Bojas un ārējo akumulatoru stāvokļu uzraudzības iespējas interneta vietnē.
4. Izturīgs un relatīvi vienkāršs korpuss gan bojai, gan ārējo akumulatoru blokiem.

1.3. Piedāvātie iekārtas uzlabojumi un jaunie tehniskie risinājumi

Jaunā akumulatoru uzlādes sistēma

Līdz šim enerģijas pārvades no maināmā akumulatoru bloka uz boju vadībai tika izmantots īpaši šim nolūkam darbināts Bluetooth sakaru kanāls. Tam ir daži trūkumi:

- abās daļās sakaru organizēšanai izdalīti ievērojami mikrokontrolleru resursi (atmiņa);
- akumulatora blokā speciāli šim nolūkam atrodas plate ar mikrokontrolleri un barošanas spriegumu pārveidotājiem;
- atbilstoši Bluetooth protokolam ierīces iepriekš “jāsapāro”, kas nozīmē – konkrētai bojai derīgi tikai tai piešķirtie akumulatoru bloki. Akumulatora bloka nomaiņai jāveic attiecīga programmēšana.

Bez tam ar jauno vadības shēmu, iespējams, varētu:

- samazināt vadībai patērēto enerģiju;
- samazināt izmaksas.

Pamats tālāk aprakstītai vadības metodei ir 2 lietas:

1. Raidītāja (akumulatoru blokā) patērētā strāva liecina par slodzes klātesamību (resp. – ir vai nav saite ar bojas uztverošo spoli, tiek vai netiek pārvadīta enerģija). Tukšgaitā raidītājs patērē ap 200mA, kamēr uzlādes laikā – 1...3A.
2. Uztvērēja pusē (bojā), pārtraucot uztverošās spoles ķēdi, iespējams krasi samazināt raidītāja patērēto strāvu. Tādā veidā boja var ziņot akumulatoru blokam – uzlāde ir pabeigta, enerģijas pārvadi var pārtraukt.

Tekstuāli vadības algoritms aprakstāms sekojoši:

Raidītāja (akumulatoru bloka) pusē:

- Ik pēc noteikta laika (piem. – dažas minūtes) raidītājs tiek ieslēgts uz īsu brīdi (100-200ms) un tiek mērīta tā patērētā strāva.
- Ja patērētā strāva ir zem noteiktā sliekšņa (piem. 300mA), raidītājs tiek izslēgts līdz nākošajam mērīšanas brīdim.
- Ja patērētā strāva ir virs noteiktā sliekšņa, raidītājs turpina darboties līdz nākošajam mērīšanas brīdim vai līdz brīdim, kad patērētā strāva samazinās zem sliekšņa.

Uztvērēja (bojas) pusē:

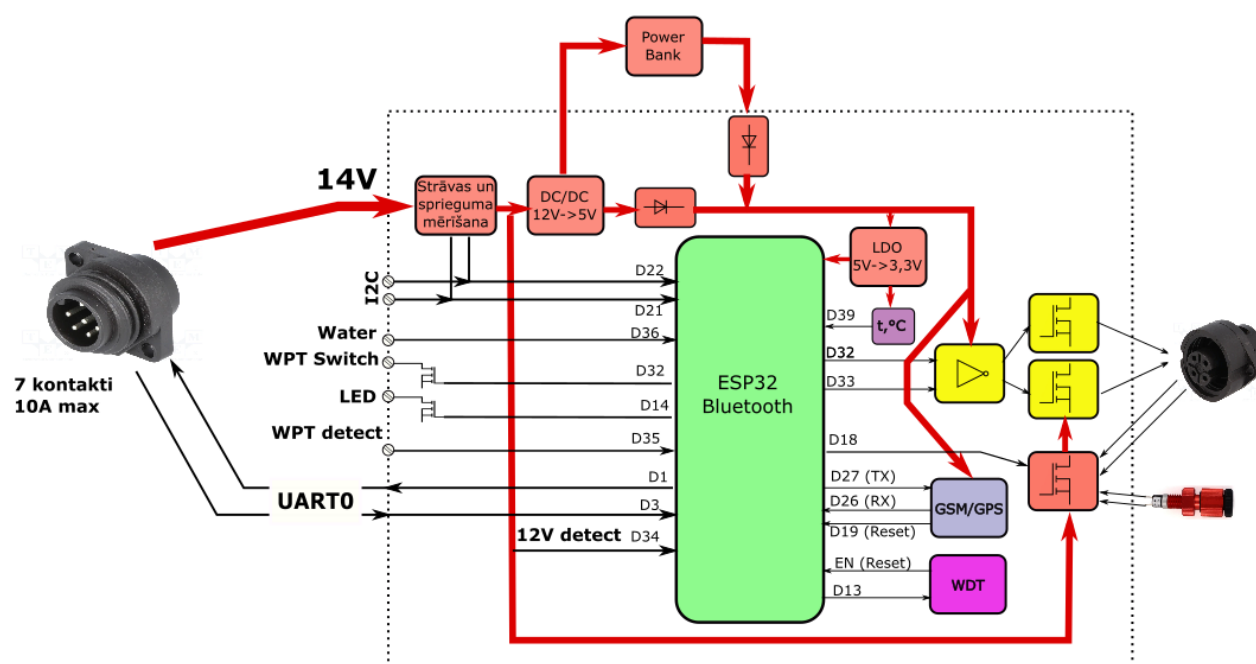
- Uztvērēja spoles ķēdē (pirms taisngrieža) ir normāli saslēgti (NC) releja kontakti. Bez tam ir shēma, kas, bojas akumulatora spriegumam sasniedzot noteiktu sliekšni, ieslēdz minēto releju (resp. pārtrauc enerģijas saņemšanas ķēdi).

Ja bojas akumulators ir uzlādējams un akumulatoru bloks nupat ievietots bojas atverē, sekojošajā mērīšanas brīdī tiks fiksēta patērētā strāva virs sliekšņa – raidītājs turpinās darboties, uzlādējot bojas

akumulatoru. Kad bojas akumulators būs uzlādēts, minētais relejs pārtrauks ķēdi, samazināsies raidītāja patērētā strāva, un tas tiks izslēgts līdz nākošajam mērīšanas brīdim.

Jaunā vienkāršotā shēma

Lai samazinātu sistēmas cenu, kontrolēšanas, ģenerācijas un sakaru elektronika tiks sagrupēta vienā plate (pirmā prototipu variantā bija četras plates, otrā – divas). Lai to izdarītu tika izmesti LoRa un SD moduļi. Tā kā tagad sprieguma 3,3V nepieciešama jauda stipri samazinājās, viens DC/DCV pārveidotais tika aizvietots ar LDO stabilizatoru (kas aizņem mazāko vietu). Tika paredzēta iespēja pievienot un nelielu akumulatoru, lai nodrošinātu iespēju barot elektroniku lielā akumulatora izlādēšanas gadījumā. Šim nolūkam optimāli izmantot standartu **power bank** uz 5V. Šajā gadījumā būs iespēja attālināti saņemt nepieciešamu informāciju.



Att. Elektronikas plates blok-shēma (sarkana krāsa - barošanas ķēdes; zaļa - mikrokontrolle; dzeltena - skaņas pastiprinātājs; WDT – watch dog timer; t,°C - temperatūras devējs; GSM/GPS - koordināšu un sakaru modulis)

Šoreiz, shēmas elektriskai drošībai, tiks izmantoti lauka tranzistori Šottki diodes vietā (principiālā shēmā tranzistori Q1, Q7 un Q8). Kā arī drošības daļa tiks papildināta ar iespēju attālināti (ar mikrokontroleru) izslēgt skaņas pastiprinātāja barošanu (tranzistors Q6 principiālā shēmā).

Attālinātās programmēšanas iespējas

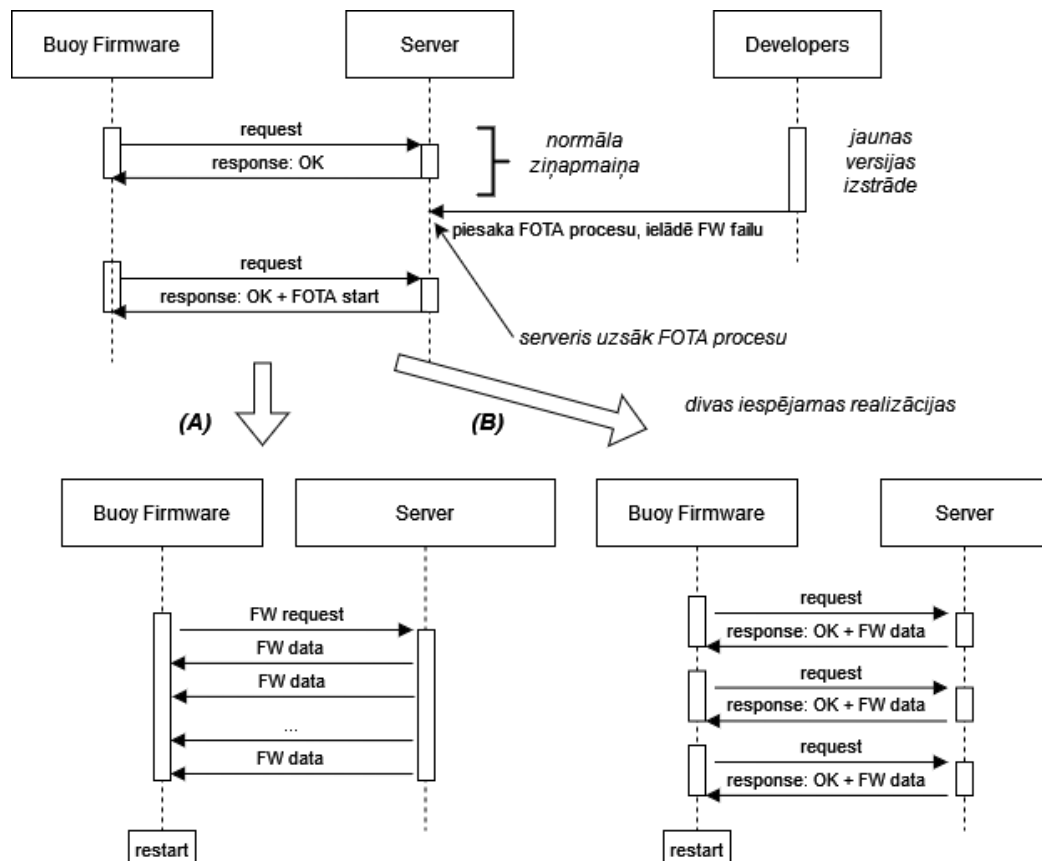
Boju testēšanas laikā tika pamanīts, ka bojas vai akumulatora moduļa mikrokontroleru programmatūras (Firmware, FW) atjauninājumu veikšanai ir nepieciešams vērt vaļā hermetizētu korpusu, lai piekļūtu pie

mikrokontrolieru pārprogrammēšanas portiem (USB). Projektā veiktajos testos šī darbība vienmēr bija apvienota ar bojās/akumulatora moduļu mehānisko apskati, remonta darbiem vai uzlabojumu veikšanu. Programmatūra tika izstrādāta tā, lai uz katru bojās atvēršanu būtu gatava jauna strādājošā programmatūras versija ar nozīmīgiem labojumiem. Taču industrijā programmatūras izstrādes principi bieži atšķiras.

Lai gan kopējais princips – lādēt iekārtā tikai kārtīgi pārbaudītu jaunu programmatūras versiju – paliek spēkā, tomēr:

- var gadīties ka koda nepilnības tika pamanītas jau pēc iekārtas nodošanas testam/ekspluatācijai, kas prasīs pārāk daudz lieko darbību kļūdas novēršanai, un
- koda izstrāde nav lineārs process – parasti daudzas idejas tiek attīstītas paralēli, un jauna programmatūras versija var tikt sagatavota vai būt nepieciešama stipri biežāk nekā reizi vairākos mēnešos.

Iespējamie uzlabojumi ir ieviest tā saukto attālināto pārprogrammēšanu (Firmware Over The Air, FOTA). Darbība princips ir sekojošs:



Attēls. Iespējamie FOTA realizācijas veidi

ESP32 mikrokontrolierim ir iebūvētais FOTA procesa atbalsts - tā atmiņa ir sadalīta nodaļumos un start brīdī lādētājs (bootloader) palaiž aktīvas nodaļuma programmu. Kamēr viens nodaļums ir aktīvs, vienmēr var pārprogrammēt otru un pārstartēties jau jaunajā programmatūras versijā. Pati pārprogrammēšana iekš Arduino Framework arī ir ļoti vienkārša:

```
Update.begin(UPDATE_SIZE_UNKNOWN);           // uzsāk FOTA procesu

// tad ciklā:
{
  // nolasa no servera nokompilēto
  // programmatūras failu pa mazām porcijām:
  //   uint8_t *data,
  //   size_t len
  Update.write(data, len);                     // ieraksta
}
Update.end(true);                             // pabeidz FOTA procesu un
                                              // piešķir citam nodaļumam aktīvo statusu
ESP.restart();                               // pārstartē mikrokontrolieri
```

Ir divi veidi kā FW datus iegūs no servera:

- (A) atsevišķs pieprasījums (A1) (vai vairāki pieprasījumi (A2)), kurā FW aktīvi lādēs jauno programmatūras versiju,
- (B) Jaunas programmatūras dati tiks lādēti pakāpeniski, kopā ar citiem pieprasījumiem.

Diemžēl, kā bija aprakstīts iepriekšējās atskaitēs, dotajā brīdī komunikācijas daļa ir paredzēta tikai mazu ziņu apmaiņai (līdz pāris kilobaitiem), kas izslēdz variantu (A1). Enerģijas ekonomijas nolūkos savienojums ar internetu netiek uzturēts starp transakcijām, un katra pieprasījuma laikā notiek pieslēgšanas tīklam un IP adreses ieguve. Vairāku megabatu lielas FW datu ielādei būtu nepieciešams veikt pārāk daudz lieko darbību, kas izslēdz variantu (A2). Variants (B) nav efektīvs, jo ziņu apmaiņa starp ierīci un serveru notiek reizi 15 minūtēs, kas ir ļoti reti.

Risinājums ir komunikācijas daļas uzlabojums un jauno komunikācijas veidu realizācija. Visefektīvākais šajā ziņā liekas variants (A).

2. DP5. Publicitātes pasākumi

Darba paka paredz projekta rezultātu izplatīšanu, izstrādājot vismaz divus zinātnisku rakstus.

U5.1. Zinātnisko rakstu izstrāde. AP5.1. Augstas kvalitātes zinātniskie raksti.

Projekta zinātnisko rezultātu izplatīšanai tiks sagatavota augstas kvalitātes zinātniskās publikācijas, kas tiks nopublicētas vienā no specializētiem zinātniskiem žurnāliem vai konferenču rakstu krājumiem (kas ir indeksēti SCOPUSā, Web of Science vai IEEEExplore datu bāzēs). Publiskā pieejamība zinātniskam rakstiem tiks nodrošināta, izmantojot arī ResearchGate platformu, kā arī projekta mājaslapu.]

Tika sagatavots zinātniskais raksts par vairāku roņu atbaidīšanas iekārtu sinhronizēšanu un tās ietekmi uz atbaidīšanas efektivitāti. Skat. 2.3. pielikumu.

Raksts tiks iesniegts vienā no sekojošiem žurnāliem/konferenču rakstu krājumiem:

Latvijas fizikas un tehnisko zinātņu žurnāls: <http://fei-web.lv/lv/zurnali>

Electrical, Control and Communication Engineering: <https://sciendo.com/journal/ECCE>

MTTW2022 Conference.

3. Rezultātu izplatīšana

Projekta ietvaros tika paredzēti tabulā norādīti publicitātes pasākumi:

Komunikācijas un rezultātu izplatīšanas plāns				
Metode	Apraksts	Mērķa auditorija	Iedarbības mērķu skaits	
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 Vispārējā sabiedrība Industrijas pārstāvji Studenti	>300 vizītes gadā	Informācija par projekta progresu, kā arī visas atskaites tika publicētas projektam veltītājā RTU mājaslapas sadaļā: https://www.rtu.lv/lv/universitate/projekti/atvert?project_number=4209
Sociālie tīkli	Projektā iegūto zinātnisku rezultātu izplatīšanai tiks izmantoti arī sociālie	Vispārējā sabiedrība Studenti	>50 pierakstītāji	Skat. ziņas piemēru 2.2. Pielikumā.

	tīkli- tādi kā, piemēram, Radioelektronikas institūta Facebook akaunts.			
Prezentācijas RTU pasākumos	Aktuālie projekta rezultāti tiks prezentēti RTU rīkotajos publiskos pasākumos: “Atvērto Durvju dienās”, “Zinātnieku naktīs”, “Ēnu dienās” utt.	Vispārējā sabiedrībā Studenti, bērni.	> 150 dalībnieki gadā.	27.11.2020. un 30.11.2021. projekta rezultāti tika demonstrēti RTU studentiem studijuursos : “Inovāciju menedžments”, “Inovatīvu produktu izstrāde un uzņēmējdarbība”, 30.11.2021. projekta rezultāti tika demonstrēti RTU studentiem un Latvijas skolēniem “Elektronikas nedēļas ietvaros”.
Dalība semināros	Dalība semināros un citos zvejniecību attīstību saistītos pasākumos, kuru laikā tiks sniegta informācija par projekta attīstības gaitu, kā arī notiks diskusijas par projekta realizācijas īpatnībām.	Akvakultūras objektu īpašnieki, uzturētāji	> 20 dalībniekiem vienā pasākumā	2021. gada 13. augustā D.Pikuļins piedalījās LZF atklātā valdes sēdē, kurā prezentēja projekta rezultātus. Projekta rezultāti tika prezentēti arī elektronikas nozares pārstāvjiem 2021. gada februārī, martā: https://www.varam.gov.lv/sites/varam/files/media_file/4_rtu-petniecibas-platformas-un-pieredze_jporins.pdf https://www.lettera.lv/wp-content/uploads/2021/03/1_LETERA_RTU-ETF_2021.pdf
Zinātniskās publikācijas	Projekta zinātnisko rezultātu izplatīšanai tiks sagatavota augstas kvalitātes zinātniskā publikācija, kas tiks nopublicēta vienā no specializētiem	Zinātniskās sabiedrībā	Vismaz 1 zinātniskā publikācija	Tika izstrādāta un sagatavota publicēšanai zinātniskā publikācija: “LoRa-based seal deterrent device synchronization”. Skat. 2.3. Pielikumus

	zinātniskiem žurnāliem vai konferenču rakstu krājumiem (kas ir indeksēti SCOPUSā, Web of Science vai IEEEExplore datu bāzēs). Publiskā pieejamība zinātniskam rakstam tiks nodrošināta, izmantojot arī ResearchGate platformu, kā arī projekta mājaslapu.			
Preses relīzes	Informācija par galvenajiem projekta rezultātiem tiks apkopota preses relīzēs, kas tiks sagatavotas sadarbībā ar RTU Sabiedrisko Attiecību Departamentu.	Vispārējā sabiedrība	Vismaz preses relīze	1 Tika sniegta intervija par projekta gaitu un sagaidāmiem rezultātiem: http://laukutikls.lv/nozares/zivsaimnieciba/raksti/mekle-risinajumu-piekrastes-zvejnieku-un-ronu-konfliktam Tika sniegta intervija, kuras materiāli tika izmantoti rakstā: https://www.diena.lv/raksts/latvija/zinas/1000-rindinas-par-roniem-zvejniekiem-un-zivim-14260941 https://www.salacgriva.lv/files/news/54140/roni.pdf
Biedrības sanāksmes	Projektā iesaistītās biedrības biedru informēšanai par projekta norisi un aktivitātēm, tiks realizēta dalība ar prezentācijām biedrības sanāksmēs.	Projekta iesaistītā biedrība	Vismaz biedrības sanāksmju apmeklējums	2 Visā projekta realizācijas gaitā tika uzturēti sakari ar Ēvaldu Urtānu, informējot par iekārtu izstrādi un testēšanu. Saziņa notika caur e-pastiem un pa telefonu. 2021. gada 13. augustā D.Pikuļins piedalījās LZF atklātā valdes sēdē, kurā prezentēja projekta rezultātus.

4. Secinājumi

Projekta ietvaros tika izstrādātas un notestētas 6 roņu atbaidīšanas iekārtas, kas atbilst projektā norādītai tehniskai specifikācijai.

	<i>Tehniskā prasība</i>	<i>Iekārtas parametrs</i>
Barošana		
Barošanas spriegumi	Darba spriegums 12V +/-1V; Autonomās darbības laiks ar standarta akumulatoru (60Ah) vismaz 120 stundas (bez papildus funkcionalitātes moduļu pieslēgšanas);	Iekārtas barošanai tiek izmantotas LiFePO4 akumulatoru šūnas, kas dod spriegumu ap 12-13.5V.
Akumulators	Maināms akumulators ar ietilpību 40Ah-90Ah; Krastā- lādēšana ar kontaktu savienojumu; Jūrā – bezvadu enerģijas pārraide pamata modulim (bez elektrisko kontaktu nepieciešamības).	Iekārtas barošanai tiek izmantoti akumulatoru ar izveidotu bezvadu lādēšanas sistēmu (60Ah). Jūrā tiek ievietoti bojā bez nepieciešamības pārspraust vadus.
Tuvās zonas datu pārraides papildus moduļi		
Datu pārraides rādiuss	Līdz 10-15 km	
Frekvenču joslas Darbcikla koeficienti Raidītāju jaudas	Datu pārraidei tiks izmantotas ISM frekvenču josla 865MHz-870MHz, kurai nav nepieciešams iegādāties licences ar D=1%, P<=25mW .	Tiek izmantots LoRa protokols, kas izmanto 865-870MHz joslu.
Funkcionalitāte	Nodrošina vairāku (līdz 10) iekārtu sinhronizētu ieslēgšanu, saglabājot ģenerējamo signāla parametru (pauzes garums, atskaņošanas ilgums, frekvence utt.) gadījuma raksturu.	Izveidotā sistēma nodrošina līdz 10 iekārtu sinhronizētu ieslēgšanu. Iekārtām jāatrodas LoRa darbības rādiusā.
Tālās zonas datu pārraides modulis		
Globālā pozicionēšana	Globālās pozicionēšanas iespējas ar precizitāti vismaz +/-10m.	Tiek izmantota GPS/GLONASS uztvērējs, kas sniedz informāciju par iekārtas atrašanās vietu.
Funkcionalitāte	Informācijas nodrošināšana par moduļa statusu: - ieslēgts/izslēgts; - baterijas uzlādes līmenis; - koordināšu nodošana. Brīdinājumi par : - baterijas maiņas nepieciešamību; - ārkārtas situācijām (iziešanu ārpus drošās zonas, ūdens nokļūšanu elektronikas nodalījumā utt.). Akustiskā starotāja parametru regulēšana: - darbcikla koeficients;	Izveidotā programmatūra sniedz visu nepieciešamo informāciju par moduļu statusiem, kā arī ļauj attālināti mainīt signālu ģeneratoru uzstādījumus.

	• signāla tips; • signāla jauda.	
Interfeiss	Android mobilā aplikācija	Izveidota universāla web-aplikācija, kas savietojama ar Android/iOS/ Windows.
Akustiskais starotājs		
<i>SPL (Sound pressure level) 1m attālumā</i>	Vismaz 180dB pie 10kHz;	Testēšanas laikā veiktie mērījumi norāda, ka iespējams nodrošināt SPL līdz par 200dB pie 10kHz.
<i>Iedarbības rādiuss</i>	Virs 100m vienai iekārtai.	Ap 100m vienai iekārtai. Nepieciešama papildus testēšana.
Citi parametri		
Darba temperatūru diapazons	Vismaz no -10°C līdz +50°C.	Izveidotās iekārtas darba temperatūru diapazons iekļaujas specifikācijā.
Mitrumizturība	Vismaz IP67.	IP67.
Aptuvena prognozējamā sistēmas gala cena		
Raidītājs ar standarta 60Ah akumulatoru, bezvadu lādēšanas funkcionalitāti, papildus tuvās zonas datu pārraides moduli	Ne augstāka par 5000 EUR.	Ņemot vērā ļoti strauju izejmateriālu cenu pieaugumu (līdz pat 100-200%), sākotnējā cena 5000 EUR, kas bija sasniegta, iepērkot materiālus projekta uzsākšanā, šobrīd var sastādīt līdz 8000-9000 EUR. Projekta rezultātā tika izstrādāti arī daudzi sistēma vienkāršojumi, kas ļauj potenciālam ražotājam samazināt izmaksas.
Piezīmes	Norādītās cenas ir aptuvenas un var mainīties projekta realizācijas gaitā, izstrādājot konkrētu prototipu.	

PIELIKUMI

P1. Zvejnieku protokoli

SIA “Leste”, Carnikavas novads, Reģ. Nr. 40103047955, Aldonis Lūkins.

Datums	17.05.	
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā	
Tika mainīts akumulators	☒ Jā	
Zvejas dziļums (m)	4m.	
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds
Tīkla acs (cm)	80-240mm.	
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā	
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā	
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā	
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā	
Bojāto zivju īpatsvars (%)		
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Reņģes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Citas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas
Nozveja (kg)	190kg.	
Aizpildīja (uzvārds)	A. Lūkins.	
Piezīmes	No dato brīdī, aunu jūnā neveda.	

Datums	20.05.21.	
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā	
Tika mainīts akumulators	☒ Jā	
Zvejas dziļums (m)	4m.	
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds
Tīkla acs (cm)	40-220.	
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā	
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā	
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā	
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā	
Bojāto zivju īpatsvars (%)		
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Reņģes	☒ Veselas	☐ Bojātas
Citas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas
Nozveja (kg)	100 kg	
Aizpildīja (uzvārds)	Jūniņš.	
Piezīmes	Jūnā zāģus neredz.	

Datums	25.05.21.	
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā	
Tika mainīts akumulators	☒ Jā	
Zvejas dziļums (m)	4m.	
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds
Tīkla acs (cm)		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā	
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā	
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā	
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā	
Bojāto zivju īpatsvars (%)		
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Reņģes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Citas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas
Nozveja (kg)	174	
Aizpildīja (uzvārds)	Kūris	
Piezīmes	tika mainīti roņi, pie eņģu stunda, kādi 500 m. no ierīces!	

Datums	31.05.21.	
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā	
Tika mainīts akumulators	☒ Jā	
Zvejas dziļums (m)	4 m	
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds
Tīkla acs (cm)		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā	
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā	
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā	
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā	
Bojāto zivju īpatsvars (%)		
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Reņģes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Citas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas
Nozveja (kg)	190 kg	
Aizpildīja (uzvārds)	Jūriņš.	
Piezīmes	Roņi mēniti pie zēģu stāvokļa, kādi 500m. no ierīces.	

Datums	07.06.21.	
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā	
Tika mainīts akumulators	☒ Jā	
Zvejas dziļums (m)		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds
Tīkla acs (cm)		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā	
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā	
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā	
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā	
Bojāto zivju īpatsvars (%)		
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Reņģes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Citas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas
Nozveja (kg)	130 kg.	
Aizpildīja (uzvārds)	Jūrkens.	
Piezīmes	Roņi manīti pie cita mureša, kur arī ir izstāsti zivju bojājumi.	

SIA „Pundiķi”, Rojas novads, Reģ. Nr. 41203008436 , Oskars Niklāvs

Datums	20.05.2021	
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā	
Tika mainīts akumulators	☒ Jā	
Zvejas dziļums (m)	8 metri	
Zvejas rīks	☐ tīkls	☐ murds stāvvads
Tīkla acs (cm)	140 mm - 160 mm	
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā Nē	
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā Nē	
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā Nē	
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā	
Bojāto zivju īpatsvars (%)	5%	
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas
Reņģes	☐ Veselas	☒ Bojātas
Citas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas
Nozveja (kg)	1000 kg	
Aizpildīja (uzvārds)	Aivars Havelbaums	
Piezīmes	Citos zveju rīkos, kur nebija roņu atbaidītājs, zivis bija sāļān saplosītas.	

Datums	02.06.2021	
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā	
Tika mainīts akumulators	☒ Jā	
Zvejas dziļums (m)	8 metri	
Zvejas rīks	☐ tīkls	☐ murds stāvvads
Tīkla acs (cm)		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☒ Jā	
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā Nē	
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā Nē	
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā Nē	
Bojāto zivju īpatsvars (%)	0%	
Lašu dzimtas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas
Butes	☒ Veselas	☐ Bojātas
Reņģes	☒ Veselas	☐ Bojātas
Citas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas
Nozveja (kg)	600kg	
Aizpildīja (uzvārds)	Aivars Harlbaueris	
Piezīmes		

Datums	10. 06. 2021	
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā	
Tika mainīts akumulators	☒ Jā	
Zvejas dziļums (m)	7m	
Zvejas rīks	☐ tīkls	☐ murds <i>stāvēdams</i>
Tīkla acs (cm)	160mm	
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā <i>NĒ</i>	
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā <i>NĒ</i>	
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā <i>NĒ</i>	
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā <i>NĒ</i>	
Bojāto zivju īpatsvars (%)	0%	
Lašu dzimtas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas
Butes	☒ Veselas	☐ Bojātas
Reņģes	☒ Veselas	☐ Bojātas
Citas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas
Nozveja (kg)	2000kg	
Aizpildīja (uzvārds)	Aivars Haselbauris	
Piezīmes		

IK J.A.N.K.I., Limbažu novads, Salacgrīva

Datums	24.09.21-26.09.21		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☒ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☒ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	0		
Aizpildīja (uzvārds)	Klušinskis		
Piezīmes	roņis izstāvēs bleaus mūrdaun un raizētājam		

Datums	26.09.21. – 27.09.21.		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☒ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☒ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☒ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☒ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☒ Veselas	☐ Bojātas	
Citas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas	
Nozveja (kg)	5kg		
Aizpildīja (uzvārds)	Kolusis		
Piezīmes	150m attālumā esošajos tīklos bija jauni izplesti caurumi (zivju rebija) roņi blāvis neretēja		

Datums	27.09.21 - 28.09.21		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☒ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☒ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)	120-150mm		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☒ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☒ Veselas	☐ Bojātas	
Citas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas	
Nozveja (kg)	10kg		
Aizpildīja (uzvārds)	Kalušins		
Piezīmes	roņi nebija redzēti.		

Datums	28.09.21 - 29.09.21		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☒ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)	120-150mm		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☒ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☒ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	2,5kg		
Aizpildīja (uzvārds)	Kolišins		
Piezīmes	roņi dzīvoja apmēram 200m rādiusā no munda, tuvāk klāt nenāca bet pa nauti bija cilvēku munda un pameļojas.		

Datums	29.09.21 – 30.09.21		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☒ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)	120 – 150cm		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☒ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☒ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	0		
Aizpildīja (uzvārds)	Kolušmīns		
Piezīmes	roņi dzīvo pie pašā mūrda apmēram 20m. Mūrds izēst pilnībā, zivis daļēdas.		

Datums	30.09.21 - 01.10.21		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☒ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)	izēsts pilnīgi viss, tikai palikušas zivju galvas, asaroņi		
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	0		
Aizpildīja (uzvārds)	Koliškins		
Piezīmes	2 roņi dzīvo apūdens zivju mirdam 200-300m attālumā		

Datums	01.10.21 – 02.10.21		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Nozveja (kg)	0		
Aizpildīja (uzvārds)	Kolušmāns		
Piezīmes	roņi dzīvo vietā pēc zivju mērda, visi mēsti.		

Datums	02.10.21. – 03.10.21.		
Ierīce bija ieslēgta	☐ Jā <i>atstādām ierīci</i>		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	4kg		
Aizpildīja (uzvārds)	Kolisvāns		
Piezīmes	mēslas dažas zivis, bet izskatās tā, ka roņi vairāk uzturas blīvā pie murga vad ir ieslēgta ierīce		

Datums	03.10.21. – 04.10.21		
Ierīce bija ieslēgta	☐ Jā <i>atslēgta</i>		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Citas zivis	☒ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	10kg		
Aizpildīja (uzvārds)	Koludis		
Piezīmes	no murda izņemtas 10kg zivis + tiepat noņemtas		

Datums	04.10.21 - 05.10.21		
Ierīce bija ieslēgta	☐ Jā <i>atslēgta</i>		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	0		
Aizpildīja (uzvārds)	Kolušmāns		
Piezīmes	visi noēsts		

Datums	5.10.21 – 7.10.21		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☒ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Reņģes	☒ Veselas	☒ Bojātas	
Citas zivis	☒ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	9kg		
Aizpildīja (uzvārds)	Kolešinski		
Piezīmes	nav lašu dzimtas zivis		

Datums	8.10.21. – 9.10.21.		
Ierīce bija ieslēgta	☐ Jā <i>atslēgta</i>		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	10kg		
Aizpildīja (uzvārds)	Kolušins		
Piezīmes	mans secinājums ir tāds, ka veiktīgās zivis beigās no iestrādātajiem impulsiem		

Datums	7.10.21. - 8.10.21		
Ierīce bija ieslēgta	☐ Jā <i>atslēgta</i>		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	2,5m		
Zvejas rīks	☐ tīkls	☒ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)			
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☒ Veselas	☒ Bojātas	
Citas zivis	☒ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	27kg		
Aizpildīja (uzvārds)	Kolišvils		
Piezīmes	pēc ierīces atslēgšanas parādās arī lāņveidīgās zivis		

SIA "Branga", "Mūrnieki", Ķesteriems, Engures pag., Tukuma nov., LV-3113, Ilmārs Raginskis

Datums	28.10.2021.		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	4 m		
Zvejas rīks	☒ tīkls	☐ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)	100 mm		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☐ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☒ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)	100%		
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Nozveja (kg)	—		
Aizpildīja (uzvārds)	Raginskis I.		
Piezīmes	Mācīšanās ierīcē. Pārbaudīti.		

Datums	24.10.2021.		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	4 m		
Zvejas rīks	☒ tīkls	☐ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)	140 cm		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☒ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☐ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☐ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)			
Lašu dzimtas zivis	☒ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Nozveja (kg)	10 kg.		
Aizpildīja (uzvārds)	Daglinskis J.		
Piezīmes			

Datums	30.10.2021.		
Ierīce bija ieslēgta	☒ Jā		
Tika mainīts akumulators	☐ Jā		
Zvejas dziļums (m)	4m		
Zvejas rīks	☒ tīkls	☐ murds	☐ stāvvads
Tīkla acs (cm)	20-140cm MON tīkls		
100m rādiusā bija vairāki zvejas rīki	☒ Jā		
Bojāti zvejas rīki	☒ Jā		
Zvejas rīkos bija roņi	☐ Jā		
Zvejas rīku tuvumā bija roņi	☒ Jā		
Bojāto zivju īpatsvars (%)	100%		
Lašu dzimtas zivis	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Butes	☐ Veselas	☐ Bojātas	
Reņģes	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Citas zivis	☐ Veselas	☒ Bojātas	
Nozveja (kg)	—		
Aizpildīja (uzvārds)	Rajmunds J.		
Piezīmes	Dienas roņi šķērsoja		

P.2. Publicitātes pasākumi

P.2.1. LZF sēdes programma

2021.gada 13.augusts, piektdiena

**Biedrības „Latvijas Zvejnieku Federācija”
atklātā Valdes sēde**

Salaspils, Doles sala, Daugavas muzejs , sākums 14.00

Ieejas parole: Zvejnieks

1. Zveja jūras piekrastes ūdeņos 2020-2022.gados, zivju krājumu stāvoklis un perspektīvas. ZM, BIOR.
2. Iekšējo ūdeņu zveja 2021.gadā, problēmas un regulējumi. LZF
3. ZIKIS sistēmas ieviešana piekrastes un iekšējo ūdeņu zvejā. ZM, LZF.
4. Roņu atbaidīšanas ierīces izstrāde, zaudējumu kompensāciju problēmas, DAP plāna ieviešana roņu skaita regulācijā. RTU, BIOR.
5. Nākošais EJJZF plānošanas periods – draudi vai iespējas.... Jauni ierobežojumi zvejā, sugu aizsardzības plāni un to ieviešana, zvejas intensitātes sabalansēšana ar pieejamajiem zivju resursiem. Jauno zvejnieku atbalsta programmas izstrādes panākumi. ZM.
6. Citi aktuāli jautājumi.

P.2.2.Facebook ziņa

 **RTU ETF Radioelektronikas institūts**
Кем опубликовано: Даша Чирюлина · 9 июля · 🌐

#iepazīstiREI 🤖

REI pētnieki izstrādā gudro sistēmu roņu atbaidīšanai no zvejnieku tīkliem Baltijas jūrā! Svarīgi, ka neviens ronis nav cietis. 🐟
Galvenā REI risinājuma sastāvdaļa ir zemūdens skaļrunis, kas izdod speciālas pīkstošas skaņas un atbaida roņus nevis zivis. Tagad zvejnieki testē REI izgudrojumu. Seko lapaī, lai pirmais uzzinātu par testu rezultātiem! 🤖



81 Охват (люди) 13 Взаимодействия

Продвигать публикацию

Lora Based Sinhronization of Seal Deterrent Devices

Abstract—The main idea of this article is that using several mutually synchronised acoustic deterrent devices could be useful in terms of decreasing necessary number of deterrent devices for covering large areas. The synchronisation scenarios and possible problems for using LORA modulation technique will be discussed. LORA modulation is used for direct communication between deterrent devices without central node.

Keywords—Seal, Seal deterrent device, LORA, Acoustic deterrent device.

INTRODUCTION

Conflicts between local fishermen and the growing number of Grey seals are well known [1], [2],[3] Grey seals hunt fish in the sea, but sometimes instead of doing that, they use the easiest way, which is to take the fish from fishermen's nets and traps, especially if the number of fish in the sea is small because of commercial fishing. As a result – the fish in the traps and nets are beaten, which means they become unsuitable for selling. Also, the nets get damaged, having holes in them and have to be repaired. These facts are causing financial losses for fishermen [2],[4]. Also, the other side of the coin is that some seals can get deadly trapped in the nets. This conflict is much more relevant nowadays, because of purposeful Grey seal population recovering.

There are many investigations as to how to protect both sides. For example, these reports [1],[5] summarized the ways to protect fishermen's traps and nets from seals, namely scarecrow – a man doll in a boot, mechanical barriers, electrical nettings, predator sounds, and also some systems working on pressed air. But the more widely used technique is an underwater speaker based system. According to [6], the underwater speaker based system has a positive effect on a Baltic salmon-trap net fishery in terms of bigger catches and a lessened damage to the nets and traps.

This publication is devoted to the underwater speaker-based system technique further referred as a deterrent device. As one deterrent device has a limited working range, in this paper an idea about synchronised deterrent devices has been proposed. The main point of the idea is to use several synchronised deterrent devices to decrease the number of necessary devices to cover a large area.

THE IDEA OF SYNCHRONISATION DEVICE.

The Intensity of the underwater sound is crucially important for the deterrent device to deter seals. In paper [7] the minimal deterrent intensity is defined to be between 135 dB and 145 dB, depending on lack or presence of food. Deterrent devices with smaller intensity could be "dinner bell" for seals. Devices with louder sound intensity can cause effects of possible seal hearing impairments. Conditions to avoid that is analysed in [8]. According to [8], 180 dB is assumed as a nominal sound level for the deterrent device, that can be set into buoy. Taking into account these two characteristics and considering the attenuation of sound into water, the maximal deterrent radius of the deterrent device can be calculated as (1)[8]

$$R = 10^{(180-140)/20} = 100m \quad (1)$$

But for the case of two synchronously working deterrent devices, there will be an interference pattern between them with larger and smaller amplitudes, depending on the distance between the buoys. Distance between maximums and minimums of the interference pattern will be at about half of wavelength. The wavelength of 10kHz frequency sound into salt water is (2):

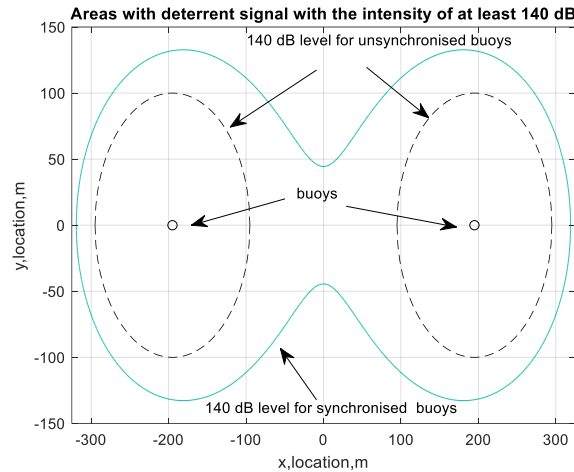
$$l = \frac{c}{f} = \frac{1480m/s}{10 \times 10^3 s^{-1}} = 0.14m \quad (2)$$

Therefore, moving seal will be deterred by interference maximums. Maximums in the interference pattern that is equidistant from both buoys will be by 6 dB louder than the sound intensity from a single buoy.

So, that means that we can increase distance until the signal intensity decreases to 134 dB, which will be 6dB louder because of interference, and reach the minimum 140dB deterrent intensity. As a result of that, the distance from each buoy will be (3)

$$R = 10^{(180-134)/20} = 200m \quad (3)$$

That means considerable increasing of the distance. Isolines with a signal level of at least 140dB (minimal deterrent signal intensity) is shown in figure 1, in case of two synchronised and unsynchronised buoys located at the distance of 390m from each other. So, according to the figure, we can see that the range between the two buoys is twice more, and there is also 20% increase in the distance towards the lateral side, in comparison to a unsynchronised buoy.

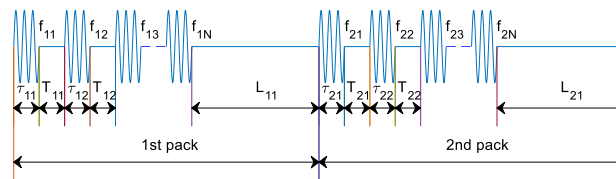


Isolines with the minimal deterrent signal intensity in case of two buoys located at the distance of 390m from each other. For the case of synchronised and unsynchronised buoys.

It means, in order to protect some stretched objects, fewer number of buoys working in synchronisation mode can be used. Two synchronised buoys can protect an area that can reach 600m in prolate form. Fishermen's nets can be up to 400 m – in prolate form. [4]. So if an object is shorter than 600m, we can decrease the level of signal, getting advantage of a longer autonomous working period.

STRUCTURE OF DETERRENT SIGNAL

Deterrent signal structure is shown in fig.2.



Deterrent signal structure. f – frequency of short tone, τ - duration of short tone, T – duration of pause, L – duration of long pause.

Each signal pack contains of a set of short tones followed by pauses. There is also some long pause at the end of each pack. We have two different packs following each other.

The number of tones in a signal pack (N), the duration of every tone (τ), the length of pauses between tones (T) and at the end of each pack (L), the frequency of a particular tone (f) and the mode of changing frequency between tones are set by a pseudorandom number generator, but we can control ranges of them. Also we can control loudness of the signal. All these parameters can be set separately for each pack.

As long as we have two packs of the deterrent signal, we can use the warning-detering strategy, which means warning seals with the first pack, by setting it more silent, and deterring with the second pack, by setting it louder.

As long as buoys are in an experimental phase, we can change those ranges on the air by using cellural network communication. More details are given in [8]

As we use the pseudorandom number generator to vary the previously mentioned parameters, two buoys with equal settings will work synchronously if they are switched on at the same time. So in order that the group of buoys works synchronously we will set the initial seed for their pseudorandom number generators and restart their sound generator modules for all the members of the group simultaneously.

COMMUNICATION SYSTEM

To get independent buoys working synchronously there have to be some information exchange between them. Lora is one of the communication means for the internet of things. [9] The long range, and small energy consumption are some of the crucial benefits of this communication means. One of the features of Lora as a communication means is that airtime is very limited, to avoid mutual interferences [10]. According to EU863-870 regulations [11], the maximal duty cycle for Europe is 1% per node.

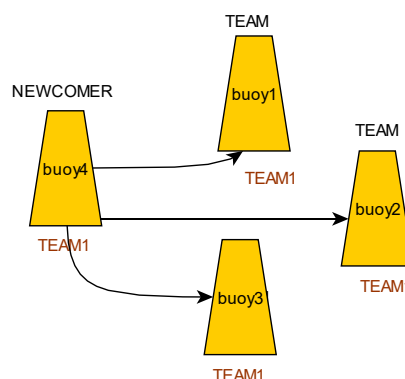
Usually star topology is recommended for standart Lora network applications, but because there is no coverage of LoraWAN network in the sea, node to node topology looks much more practical for such kind of task.

There is an advantage of that – a usual LORA message in LoraWAN network contains 13 bytes for overhead, and payload bytes. Expected payload will be 1-2 bytes long, and therefore direct sending will save airtime and sending resources. Saving airtime is important because it is limited for the systems that use LORA modulation to let it work as mentioned above.

RELATIVE SYNCHRONISATION SCENARIO .

We will name buoys that are working synchronously – TEAM members (or new TEAM, TEAM1, TEAM2 if there is a different synchronisation inside of the group), but buoys that recently switched on and therefore do not work synchronously with TEAM members – NEWCOMER.

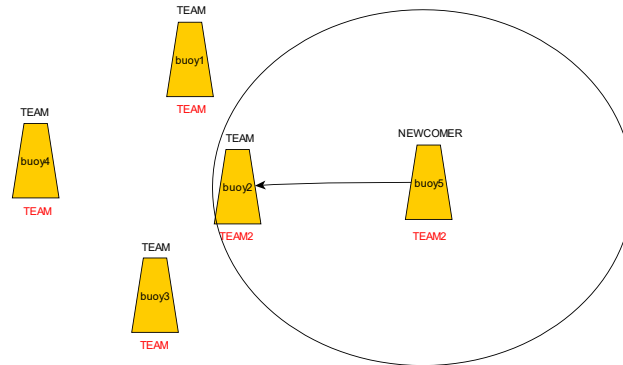
The main idea of the relative synchronisation scenario is the following. NEWCOMER, after being switched on, is starting countdown until synchronisation. Several messages will be sent with the current counter state. We will dedicate only one byte to transmit that information and name it time-until-synchronisation. When TEAM members receive such a message, they also will start to countdown until synchronisation moment. At the moment of synchronisation all buoys set the initial seed for their pseudorandom number generators and restart their sound generation modules. As a result, all buoys of TEAM and NEWCOMER become members of a new TEAM – TEAM1 (Fig.3).



A newcomer sends messages to the TEAM members, and as a result all buoys become TEAM1 members (The new team name is shown with the red color).

The scenario looks very simple and reliable, but the potential problem of that scenario is a limited range of the message on the air. Let's look at Fig.4. If NEWCOMER is located at some distance from a group of TEAM members, its signal can reach only several member of TEAM. That can destroy a group of TEAM because buoy1-buoy3-buoy-4 are members of

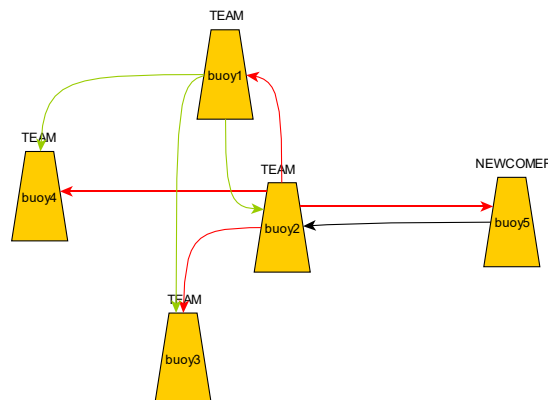
TEAM, but buoy2 is not anymore a member of TEAM, but it becomes a member of TEAM2 with buoy5. Message retranslation can be used to fix it.



Destroying of the TEAM. Buoy5 sends the synchronisation message, but because of a limited range, the message reaches buoy2 only. As a result, buoy2 is excluded from the previous team. Here black titles means previous names of teams, red titles means new names of teams. Circle means range of signal of buoy5.

In Fig. 5. we can see a retranslation scenario that can be used. Imagine retranslate-all-that-is-received-scenario. First message from NEWCOMER is shown by the black arrow. Then, the message reaches only buoy2, which starts retranslation. Retranslated message is shown by the red arrow. Then, buoy1 as well as buoy4, buoy3, and buoy2 retranslate that message (message from buoy 1 is shown by the green arrow, other messages aren't shown). It looks that during retranslation there will be a huge number of messages. Actually, buoy2 should not retranslate message once again. Thus, the better scenario can be a retranslate-message-only-once-scenario. Let's look at more complicated scenario when two NEWCOMERs come and are starting synchronisation at about the same time. Then, to avoid two different synchronisation teams, a buoy should retranslate also latest synchronisation time messages, in addition to the retranslate-message-only-once-scenario. And the buoy will restart count down timer if it gets such a latest-synchronisation-time message. Here we can see that scenario can be modified as retranslate-message-only-once-or-with-latest-synchronisation-time.

By looking at all of the retranslation scenarios a little bit deeper, we can see that the following issues should be taken into account. Retranslation messages from all buoys will cause interference, because all buoys retranslate messages at the same time. To avoid that, some truly random generator could be used to randomly delay sending time of retranslated messages. So far, as we have some delays, added to the message sending time, we have to correct time-until-synchronisation field in the message. Because of limited resolution of data for this field, we have to add another time-until-synchronisation-correction-field to messages. In this field cumulative time for all resending delays are stored.



Resending the message. Here the black arrow means the first synchronisation message, the red arrow means the 1st resending of signal, and the green arrow means the 2nd resending of signal (is shown for buoy1 only).

So far everything looks quite simple, but let's consider scenarios for receiving and sending.

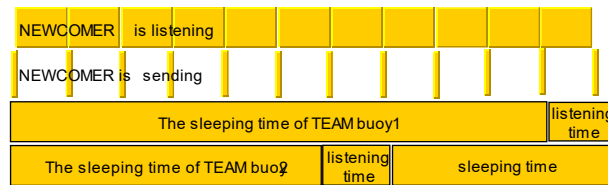
SCENARIOS FOR RECEIVING AND SENDING

To exchange with messages Lora transceiver is used. So it can receive message only if it is in the listening mode. The simplest regime to implement the relative synchronisation scenario is that all TEAM members are always in a continuous listening mode. But being in the listening mode also means larger current consumption, see table.1.

LORA TRANCEIVER MODES AND CONSUMING CURRENTS[12].

Mode	Consuming current
<i>Sleeping mode</i>	<i>0.0016mA</i>
<i>Standby mode</i>	<i>2.8mA</i>
<i>Transmission mode</i>	<i>40mA</i>
<i>Listening mode</i>	<i>14.2mA</i>

By understanding that a buoy is a battery-powered device, and we should extend its autonomous work duration as long as possible we prefer that most of the time the transceiver module will be in the standby or sleeping mode, rather than in the listening mode all the time. Therefore, the always-listening-scenario looks inappropriate, and TEAM buoy should be in the listening mode only from time to time. Therefore, a second possible scenario is that NEWCOMERS is sending messages continuously during fixed amount of time to reach TEAM members being in the listening mode. But because transferring airtime is limited in Lora network, it is not possible. Therefore, a third scenario will be considered. It looks like the second scenario, but its continuous sending time is divided by discreet sending time slots. This scenario is shown in Fig.6. A sending buoy (NEWCOMER, or TEAM) is sending short messages, with constant pause time between them until synchronisation moment. At other moments NEWCOMER is in the listening mode. TEAM members are in the sleeping mode, and periodically they wake up and change the operation mode to the listening mode for a short time.



Scenarios for receiving and sending.

How large can each interval be? Consider some example. Let's imagine that the message length is 4 bytes. We will make calculation according to table 2.

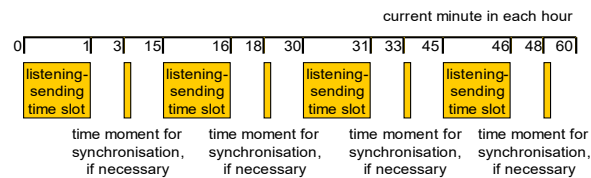
In spite of the fact that, in ideal conditions we can use LORA for the distance up to 10 km [9], especially in rural areas, sending near to the surface of salt water is very bad transferring conditions, especially if the antenna of a buoy is located relatively close to the sea surface. Therefore, to improve situation the largest spreading factor SF12 will be used.

AIRTIME AND DUTY CYCLE FOR 4-BYTE-MESSAGE [13]

Spreading factor	SF7	SF8	SF9	SF10	SF11	SF12
Bandwidth	125	125	125	125	125	125
Airtime,ms	10.30	20.60	36.10	72.20	144.38	288.78
1% max duty cycle, s	1,03	2,60	3,61	7,22	14,44	28,87

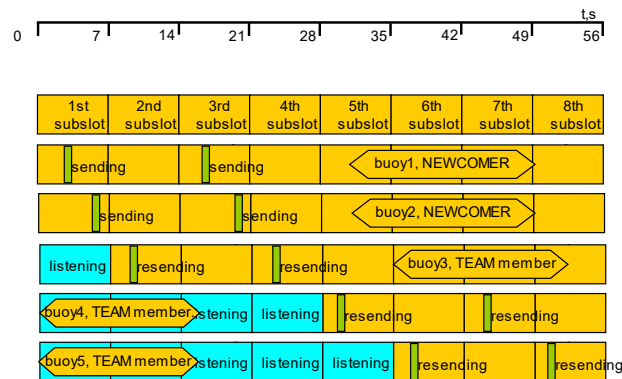
Let's imagine that the number of successive messages will be at least 12 messages, with the interval of 30s between each other. That means that a pack of all messages will be 330s long. To be able to receive at least 1 message, TEAM member sleeping time will not exceed 300s, and listening time will be 32 s long. That means the sleep/listening ratio is 1/10. For retranslation of messages the same durations as for the listening and sleeping time will be used.

ABSOLUTE TIME USAGE SCENARIO The previously described Relative synchronization scenario seems to be complicated in details. Therefore, an alternative scenario – an absolute time usage scenario is considered. In that scenario we add a real time clock (RTC) hardware to each buoy. As long as the buoy knows what time it is now, we can use dedicated time for listening, sending, and synchronisation (see fig.7). Such approach will give us two advantages: the first advantage is airtime saving, because NEWCOMERs will send messages only when all TEAM members are listening, and the second advantage is avoiding concurrency between two NEWCOMERs because synchronisation time moments are fixed. The content of a synchronisation message is an invitation to synchronisation only, without sending time until synchronisation. That means the synchronisation message could be only one byte with a synchronisation command. More convenient is to use two bytes: the first for the synchronisation command and the second for the password to decrease fault synchronisation availability. For the research purposes, we have added some message sender ID, to be able to measure signal-to-noise ratio in buoy-to-buoy communication. In table 2 we summarised sending time for the 2-byte-long message.



Listening-sending time slots and synchronisation time moments in each hour.

In the 3rd table we provide some details about that scenario. Listening-sending time slots are from 0th till 1st, from 15th till 16th, from 30th till 31st and from 45th till 46th minutes in each hour. The synchronisation time moments are starting at the beginning of 3rd, 18th, 33rd and 48th minutes. For example, if NEWCOMER is switched on at a time moment within time interval from 6.45 till 6.59, it will send messages within 7.00-7.01 listening interval, and it will be synchronised at 7.03. Also, even if here are several NEWCOMERs during 6.45-6.59, all of them will be synchronised at 7.03 simultaneously.



Internal structure within the listening-sending time slot. Buoy1 and buoy2 are NEWCOMERs. Buoy3 is in the range of buoy1 and buoy2, but buoy4 and buoy5 are outside the range. Buoy4 is in the ranges of buoy3 and buoy5, but buoy5 is in the range of buoy4 only.

The listening/sending time slots are divided into 8-seconds-long-time subslots. To avoid a situation, in which all buoys simultaneously send messages, and make interference noise, a true random number generator has been used to randomly delay sending time within these subslots. ESP32 module has its own true random generator. But it is true random only when wi-fi or bluetooth is active [14]. Because of that to make it true random, its initialization seed is turnon time of buoy. The delay time is from 0 up to 7.8s. The usage of the time subslots is shown in fig.8. and is the following. The first time subslot is used by NEWCOMERs to send a synchronisation message. Each message is sent twice, to avoid the risk of not being heard. According to table 2, the interval, until the repeated message can be sent, should be at least 14.4 seconds, for the spreading factor SF12. So, that means that we can repeat the message in 3rd subslot, if we use the same delay time. The second time slot as well as 4th - 8th is used by TEAM members for resending the messages.

AIRTIME AND DUTY CYCLE FOR 2-BYTE-MESSAGE

<i>Spreading factor</i>	<i>SF7</i>	<i>SF8</i>	<i>SF9</i>	<i>SF10</i>	<i>SF11</i>	<i>SF12</i>
<i>Airtime, ms</i>	<i>5.2</i>	<i>10.3</i>	<i>18.1</i>	<i>36.1</i>	<i>72.2</i>	<i>144.4</i>
<i>1% max duty cycle, s</i>	<i>0.52</i>	<i>1.03</i>	<i>1.81</i>	<i>3.61</i>	<i>7.22</i>	<i>14.44</i>

RESULTS AND DISCUSSION

The synchronisation system has been successfully implemented by using ESP32 microcontroller. That controller has its own hardware random number generator, in addition to software random number generator. Having the two independent random number generators is a crucial point, because one of them should be used for sound generator, but the other one should be used to shift sending time for messages. Using several synchronised buoys can increase the deterrent range, by using the same power. In the future investigations we have plans not only for synchronous usage of buoys, but also for creating some sound waves, to be able to chase away seals in a given direction. Working condition for point to point Lora communication at the surface of sea level is very hard, and we have to raise an antenna as high as possible (at least on 50 cm). We have implemented the relative (without retranslation) and absolute synchronisation scenarios for buoys. Both scenarios work well, but we have faced with some time shifting, because we used the internal takt generator of microcontroller for the sound generator.

REFERENCES

1. Assessing Non-Lethal Seal Deterrent Options: Literature and Data Review. A report produced for the Marine Management Organisation. MMO Project No: 1131, October 2018, 45 pages.
2. Fjærelling, A. 2005. The estimation of hidden seal-inflicted losses in the Baltic Sea set-trap salmon fisheries. ICES Journal of Marine Science, 62: 1630e1635.
3. Robinson, K.P. (2014) A Fishy Business—Of Seals, Salmon and Fisheries in Scotland. Cetacean Research & Rescue Unit, Banff. 29pp.
4. Mutual communication with Latvian fishermen.
5. Croix, R. (2010). PREVENTING DAMAGE TO FISH BY SEALS AND SEA LIONS.
6. A.Fjalling, M.Wahlberg, H.Westerber, Acoustic harrassment devices reduce seal interaction in the Baltic salmon-trap, net fishery. ICES Journal of Marine Science, 63, 2006, pp. 1751-1758.
7. T. Götz and V. M. Janik, "Repeated elicitation of the acoustic startle reflex leads to sensitisation in subsequent avoidance behaviour and induces fear conditioning.," BMC Neurosci., vol. 12, no. 1, p. 30, 2011. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-12-30>
8. Āboltiņš, A., Grizāns, J., Pikuļins, D., Tērauds, M., Zelčiņš, M. Design of Acoustic Signals for a Seal Deterrent Device. Electrical, Control and Communication Engineering, 2021, Vol. 16, No. 2, pp. 72-77. ISSN 2255-9140. e-ISSN 2255-9159. Available from: doi:10.2478/ecce-2020-0011
9. "What are LoRa and LoRaWAN". The Things Network, <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/what-is-lorawan/> accessed on 26.01.2021