



Investigation and Development of Noise Removal Algorithms to Improve the Accuracy of Arrhythmia and AFIB Detection in Single-Lead ECG Signals.

Triukšmų šalinimo algoritmų kūrimas ir tyrimas siekiant pagerinti aritmijos ir prieširdžių virpėjimo aptikimo tikslumą vieno kanalo EKG signaluose.

Doktoranto vadovė: Vyr. m. d. Dr. Jolita Bernatavičienė

Doktorantūros pradžia/pabaiga: Nuo 2025 m. iki 2029 m.

Studijų metai: I (2025/2026)

Doktorantūros studijų ir mokslinių tyrimų planas

Studijų metai	Egzaminai	
	Planas	Ivykdyta
I (2025/2026)	2	2
II (2026/2027)	2	
III (2027/2028)		
IV (2028/2029)		
Iš viso:	4	2

Studijų metai	Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Tarptautinėse		Nacionalinėse		Su citav. Rodikliu			Be citav. Rodiklio		
	Planas	Ivykdyta	Planas	Ivykdyta	Planas	Ivykdyta	Būklė	Planas	Ivykdyta	Būklė
I (2025/2026)		1	1	1		1	Iteikta		1	Publikuota
II (2026/2027)		1				1				
III (2027/2028)		1				1				
IV (2028/2029)						1				
Iš viso:	2	1	1	1	3				1	

Ataskaitinio pusmečio darbo planas

Egzaminai I pusmetis (2025/2026)		
Planas	Įvykdyta	Būklė
Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika (2026 06 22)	Informatikos ir informatikos inžinerijos tyrimo metodai ir metodika (2026 06 22)	Išlaikytas

Bendrieji studijų dalykai I pusmetis (2025/2026)		
Planas	Įvykdyta	Būklė
Bendrieji Vilniaus Universiteto seminarai doktorantams	"Kursas: „R įvadas“ (1.25 ECTS), „Vilniaus universiteto bibliotekos mokymai 2025 2026 akademisiais (0.65 ECTS). Suplanuota 2.1 ECTS.	Nepilnai įvykdyta

Dalyvavimas konferencijose I pusmetis (2025/2026)		
Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas
Position paper of 21st Conference on Computer Science and Intelligence Systems (FedCSIS), 23 26 August 2026, Riga, Latvia	Rimšelis, Jonas Mindaugas; Medvedev, Viktor; Treigys, Povilas; Abramikas, Žygimantas; Markevičiūtė, Jurgita; Bernatavičienė, Jolita. Cross dataset component ablation of a hybrid model for robust beat level ECG arrhythmia classification // Position papers of the 21st conference on computer science and intelligence systems (FedCSIS 2026). [S.l.] : Polish Information Processing Society (PTI), 2026. Vol. 48, p. 149 155. (Annals of Computer Science and Information Systems). DOI: 10.15439/2026F6565.	Tarptautinė

Informacija apie tarptautinius renginius ir publikacijas, kuriose pateikti pagrindiniai disertacijos rezultatai

Dalyvavimas tarptautinėse konferencijose	
	Aprašas
1	Rimšelis, Jonas Mindaugas; Medvedev, Viktor; Treigys, Povilas; Abramikas, Žygimantas; Markevičiūtė, Jurgita; Bernatavičienė, Jolita. Cross-dataset component ablation of a hybrid model for robust beat-level ECG arrhythmia classification // Position papers of the 21st conference on computer science and intelligence systems (FedCSIS 2026). [S.l.] : Polish Information Processing Society (PTI), 2026. Vol. 48, p. 149–155. (Annals of Computer Science and Information Systems). DOI: 10.15439/2026F6565.



Doktorantūros mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Darbo pavadinimas		Atlikimo terminai		Pastabos
		Nuo	Iki	
1	Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje):			
1.1.	EKG signalų apdorojimo ir pirminio balansavimo literatūros apžvalga.	2025 m. IV ketvirtis	2026 m. I ketvirtis	Parengta mokslinės literatūros apžvalga
1.2.	Giliojo mokymosi metodų apžvalga širdies dužių klasifikavimui aritmijos ir prieširdžių virpėjimo atvejais.	2025 m. IV ketvirtis	2026 m. I ketvirtis	
1.3.	Triukšmų rušių EKG signaluose apžvalga ir jų šalinimo metodų efektyvumo tyrimas paremtas literatūros analize.	2025 m. IV ketvirtis	2026 m. I ketvirtis	
1.4.	Triukšmų stebėjimas nešiojamuose EKG signalų prietaisuose ir jų šalinimo metodikos.	2025 m. IV ketvirtis	2026 m. I ketvirtis	
2	Mokslinio tyrimo vykdymas:			
2.1.	Tyrimo metodikos sudarymas:			
2.1.1.	Giliojo mokymosi modelių parinkimas EKG triukšmų šalinimui ir jų efektyvumo vertinimas.	2026 m. I ketvirtis	2026 m. II ketvirtis	Pasirinkta modelio architektūra aritmijos klasifikavimo ir triukšmų šalinimo atveju. Validavimo metrikos pasirinktos klasifikavimo įvertinimui.
2.1.2.	Validavimo metrikų ir metodų parinkimas įvertinti klasifikavimą ir triukšmų pašalinimą.	2026 m. I ketvirtis	2026 m. II ketvirtis	
2.1.3.	Metodų pritaikymas ir modifikavimas siekiant sumažinti skaičiavimo resursus ir įvertinti jų taikymo galimybes nešiojamuose prietaisuose.	2026 m. II ketvirtis	2026 m. III ketvirtis	
2.2.	Teorinis tyrimas:			
2.2.1.	Giliojo mokymosi modelio architektūros parinkimas ir kūrimas triukšmų šalinimui EKG signaluose.	2026 m. II ketvirtis	2027 m. III ketvirtis	
2.2.2.	Giliojo mokymosi modelių architektūros modifikavimas ir redukavimas siekiant sumažinti skaičiavimo resursus.	2027 m. II ketvirtis	2027 m. IV ketvirtis	
2.3.	Empirinis tyrimas:			
2.3.1.	Giliojo mokymosi modelių triukšmų šalinimui EKG signaluose vertinimas naudojant viešai prieinamus duomenis.	2026 m. II ketvirtis	2026 m. IV ketvirtis	Parinkto triukšmų šalinimo ir Aritmijų klasifikavimo modelio įvertinimas naudojant MITBIH AR duomenis
2.3.2.	Giliojo mokymosi modelių triukšmų šalinimui EKG signaluose tyrimas naudojant imonės Zive pateiktus duomenis.	2027 m. I ketvirtis	2027 m. III ketvirtis	Parinkto triukšmų šalinimo ir aritmijų klasifikavimo modelio įvertinimas naudojant Zive duomenis
2.3.3.	Nutriukšmintų signalų vertinimas atliekant širdies dužių klasifikaciją aritmijos ir prieširdžių virpėjimo atveju.	2026 m. II ketvirtis	2027 m. III ketvirtis	Nutriukšmintų signalų su BW, MA, EM triukšmų tipais Panaudojimas klasifikacijai aritmijos atveju
2.3.4.	Giliojo mokymosi modelių pritaikymas ir modifikavimas nešiojamiems prietaisams ir efektyvumo įvertinimas.	2027 m. II ketvirtis	2027 m. IV ketvirtis	
2.4.	Gautų duomenų analizė, apibendrinimas, išvadų parengimas:	2028 m. I ketvirtis	2028 m. III ketvirtis	
3	Atskirų daktaro disertacijos dalių (tyrimo metodikos, rezultatų, ginamų teiginių, išvadų, ir kt.) parengimas:	2028 m. IV ketvirtis	2029 m. II ketvirtis	
4	Daktaro disertacijos parengimas ir svarstymas padalinyje:	2029 m. I ketvirtis	2029 m. II ketvirtis	5
5	Daktaro disertacijos gynimas:	2029 m. II ketvirtis	2029 m. III ketvirtis	

- **Tyrimo objektas:** Triukšmų pašalinimas vieno kanalo EKG signaluose
- **Tyrimo tikslai:** Triukšmų pašalinimas siekiant pagerinti aritmijos ir prieširdžių virpėjimo aptikimo tikslumą vieno kanalo EKG signaluose.
- **Tyrimo uždaviniai:**
 - Įvertinti aritmijos ir prieširdžių virpėjimo klasifikavimą naudojant nemodifikuotus vieno kanalo EKG signalus.
 - DDPM kokybinis ir kiekybinis palyginimas su klasikiniais metodais ir kitais generatyviniais metodais šalinant triukšmus iš vieno kanalo EKG signalų.
 - Triukšmo pašalinimo įvertinimas klasifikavimo aritmijos ir prieširdžių virpėjimo atveju su viešai prieinamais ir Zive pateiktais duomenimis.
 - Triukšmo pašalinimo metodų ir klasifikavimo modelių pritaikymas nešiojams prietaisams ir jų efektyvumo įvertinimas.

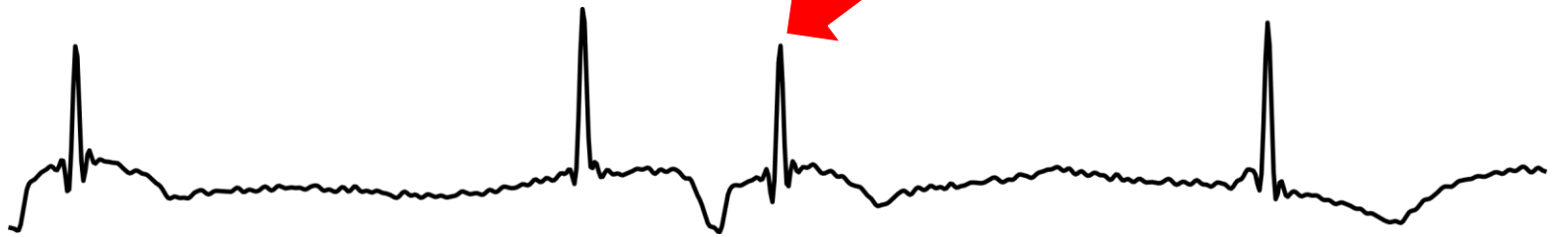
Aritmijos tipai

Abnormal electrical impulse generation or conduction causes **arrhythmia**.



Supraventricular (S) beat
originates prematurely
above the ventricles

Has altered rhythm and
subtle morphology
differences

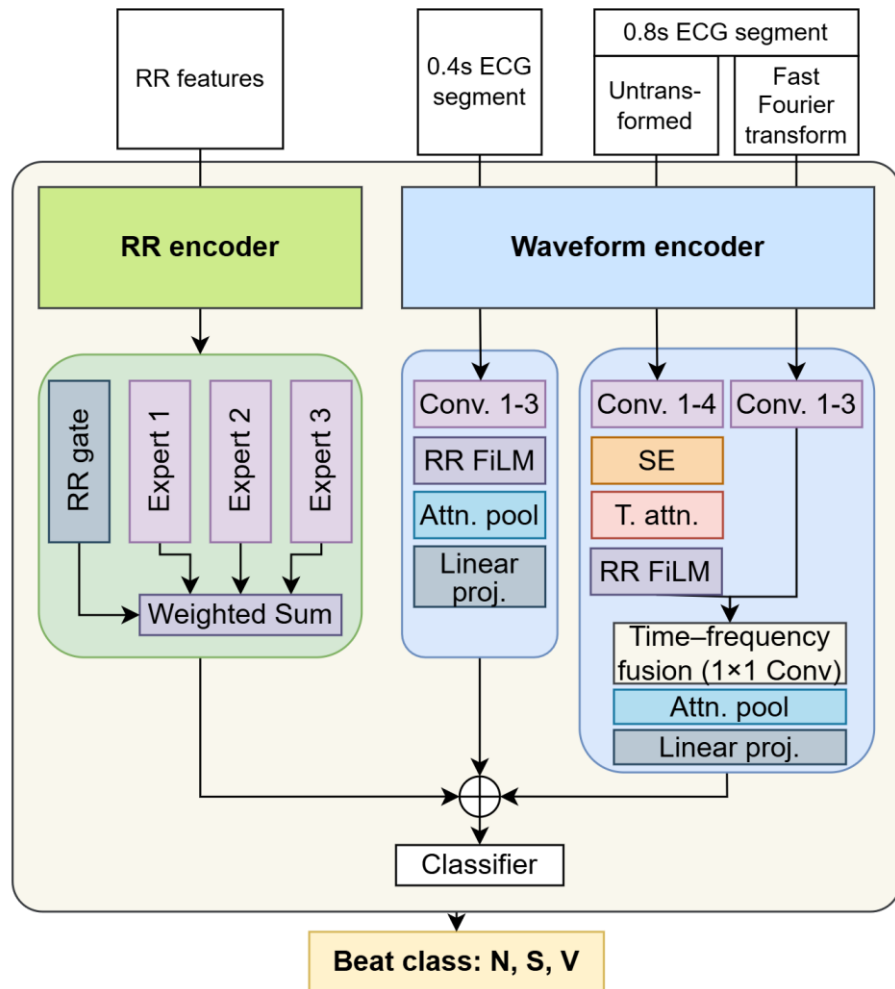


Ventricular (V) beat
originates prematurely in
the ventricles

Has altered rhythm and a
distinctive QRS complex



Aritmijos klasifikavimas (I)

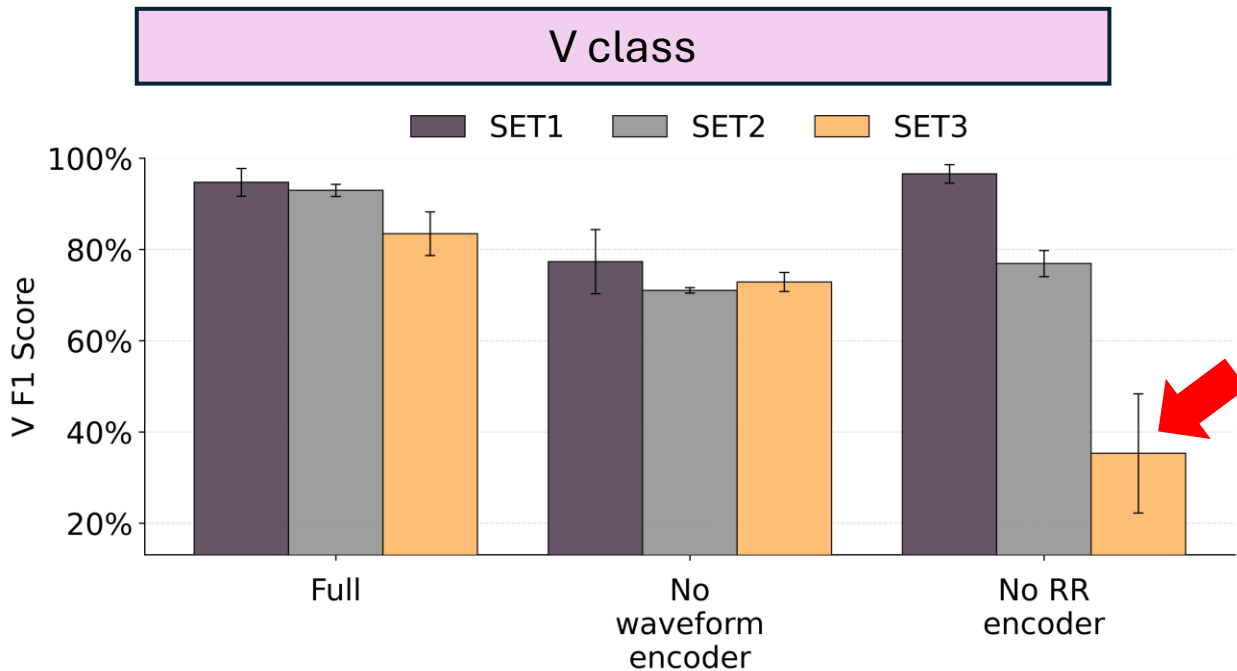


- RR encoder captures rhythm information.
- Short waveform branch captures local QRS morphology.
- Medium waveform branch captures broader beat context.
- Frequency branch captures spectral information.
- The proposed method achieved competitive SET2 performance, ranking second for V-class and third for S-class classification among the compared methods.

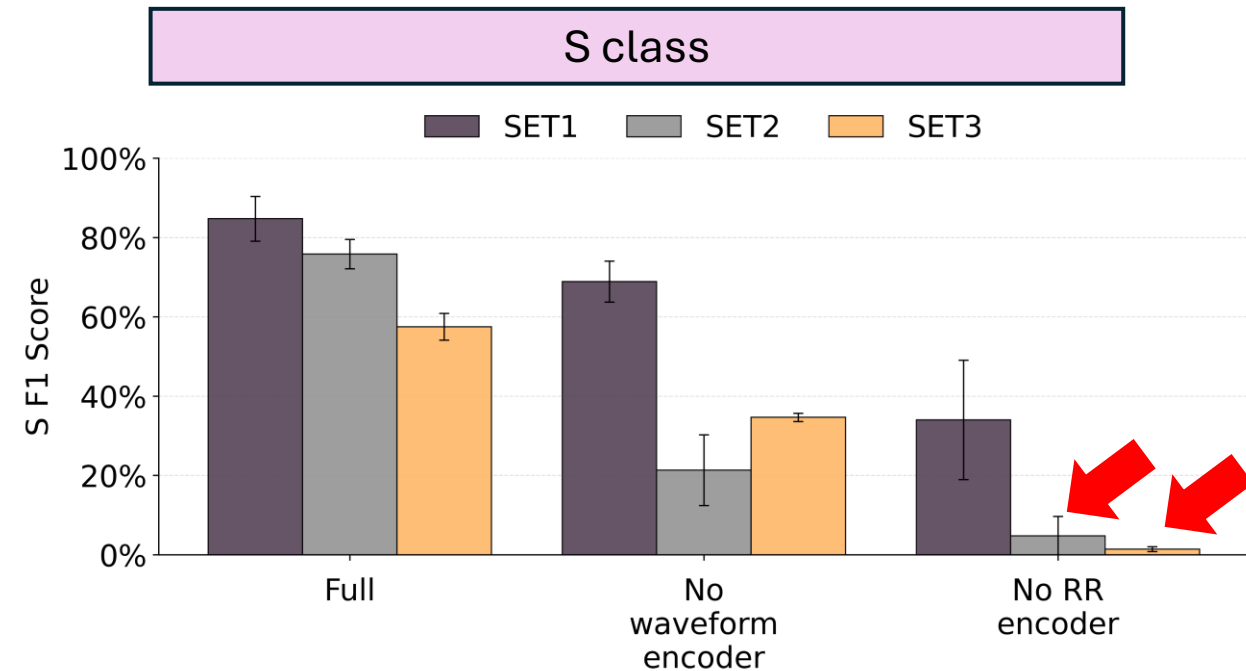
TABLE III
MODEL PERFORMANCE COMPARISON WITH RECENTLY PUBLISHED
STUDIES FOR THE THREE-CLASS SETTING AND TESTING ON THE MIT-BIH
ARRHYTHMIA DATABASE SET2 (DS2)

Method source	Metrics	N	S	V
The proposed method	Precision (%)	99.20	76.80	87.86
	Recall (%)	98.29	84.30	94.00
	F1 score (%)	98.74	80.40	90.83
		98.21	87.34	96.73
Z. Qiu et al. (2025) [4]	Recall (%)	99.43	83.69	83.89
	F1 score (%)	98.42	85.51	89.82
		99.29	36.48	68.91
Z. Ran et al. (2024) [15]	Recall (%)	91.24	82.88	95.62
	F1 score (%)	-	-	-
		99.00	82.68	95.63
M. Farag (2023) [16]	Recall (%)	99.10	81.60	95.00
	F1 score (%)	-	-	-
		-	-	-

Aritmijos klasifikavimas (II)

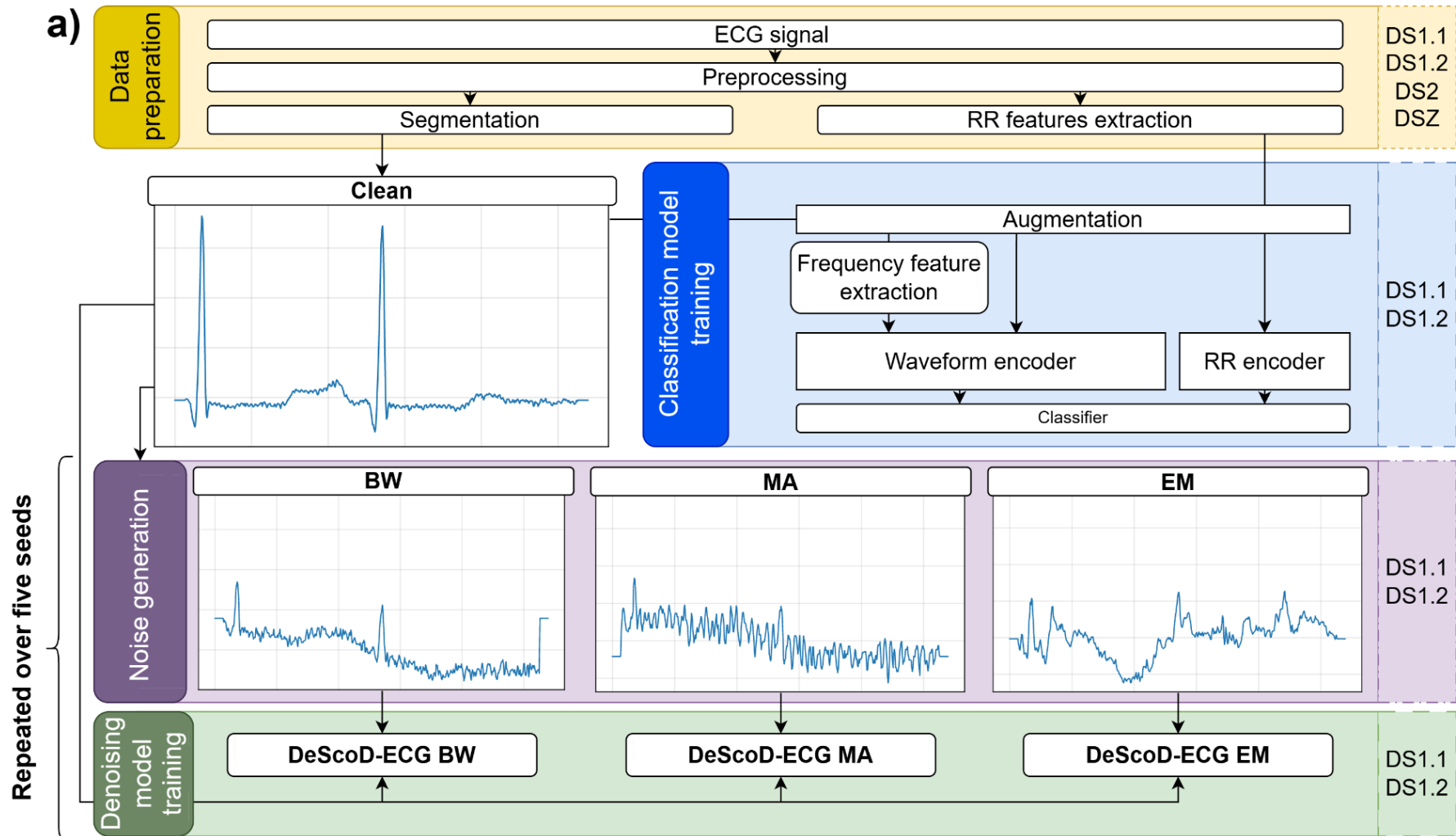


RR features are critical under cross-dataset shift: removing the RR encoder reduces SET3 F1 substantially. The waveform encoder provides a smaller but consistent contribution.

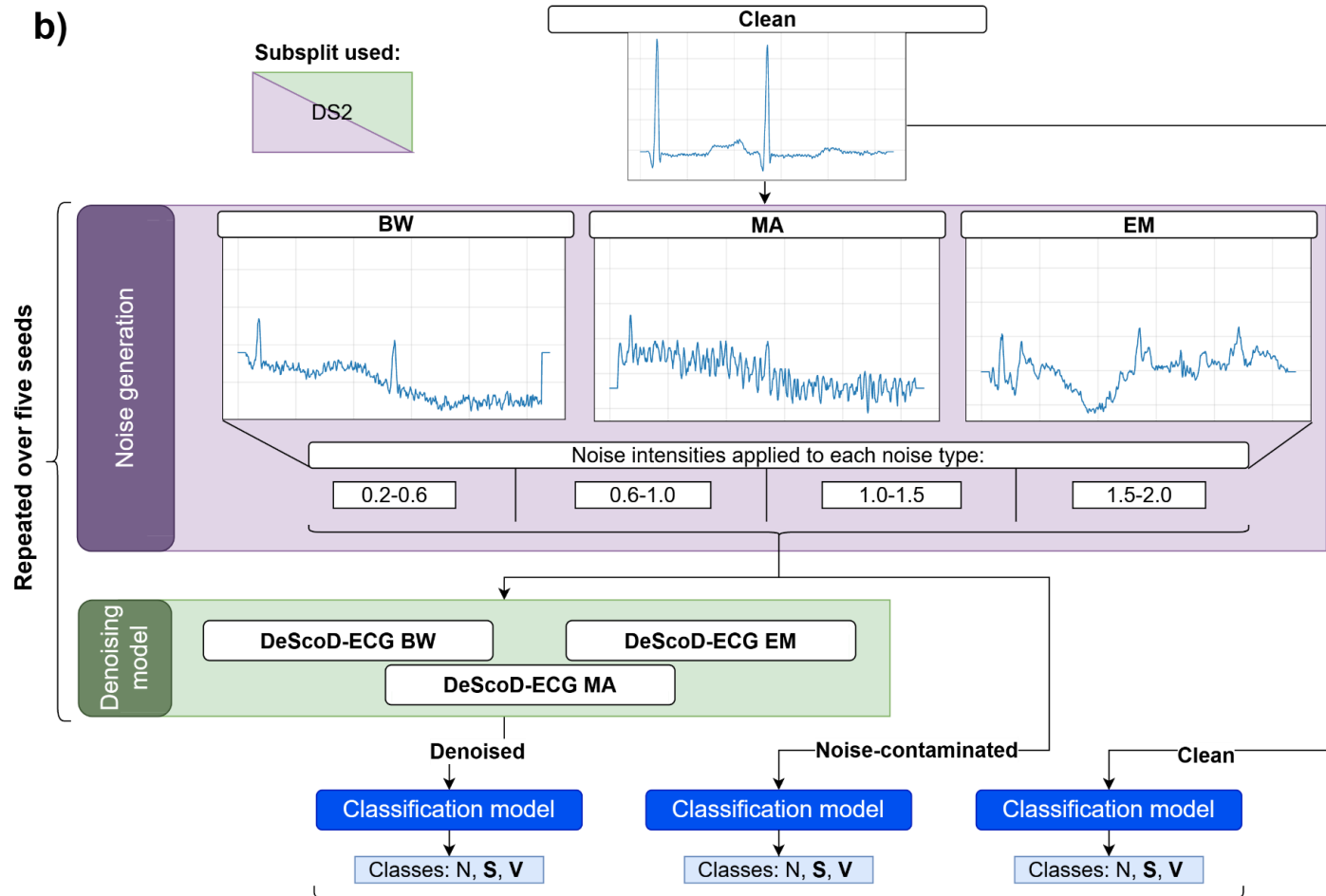


Both feature sources are important, but the RR encoder is essential. Its removal reduces S-class F1 to $4.74 \pm 4.95\%$ on SET2 and $1.43 \pm 0.61\%$ on SET3.

Triukšmo pašalinimo įvertinimas aritmijos klasifikavimu (I)

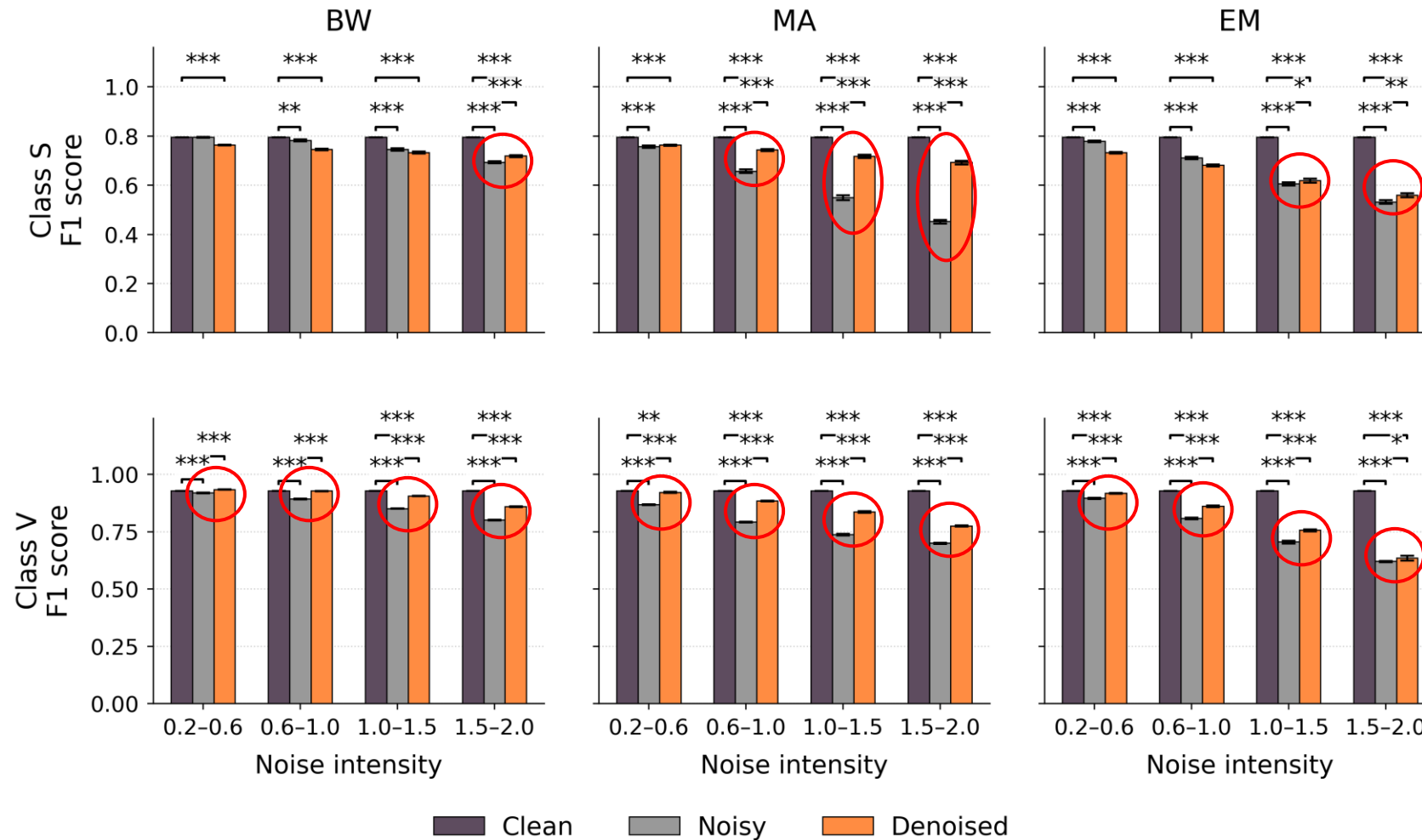


Triukšmo pašalinimo įvertinimas aritmijos klasifikavimu (II)

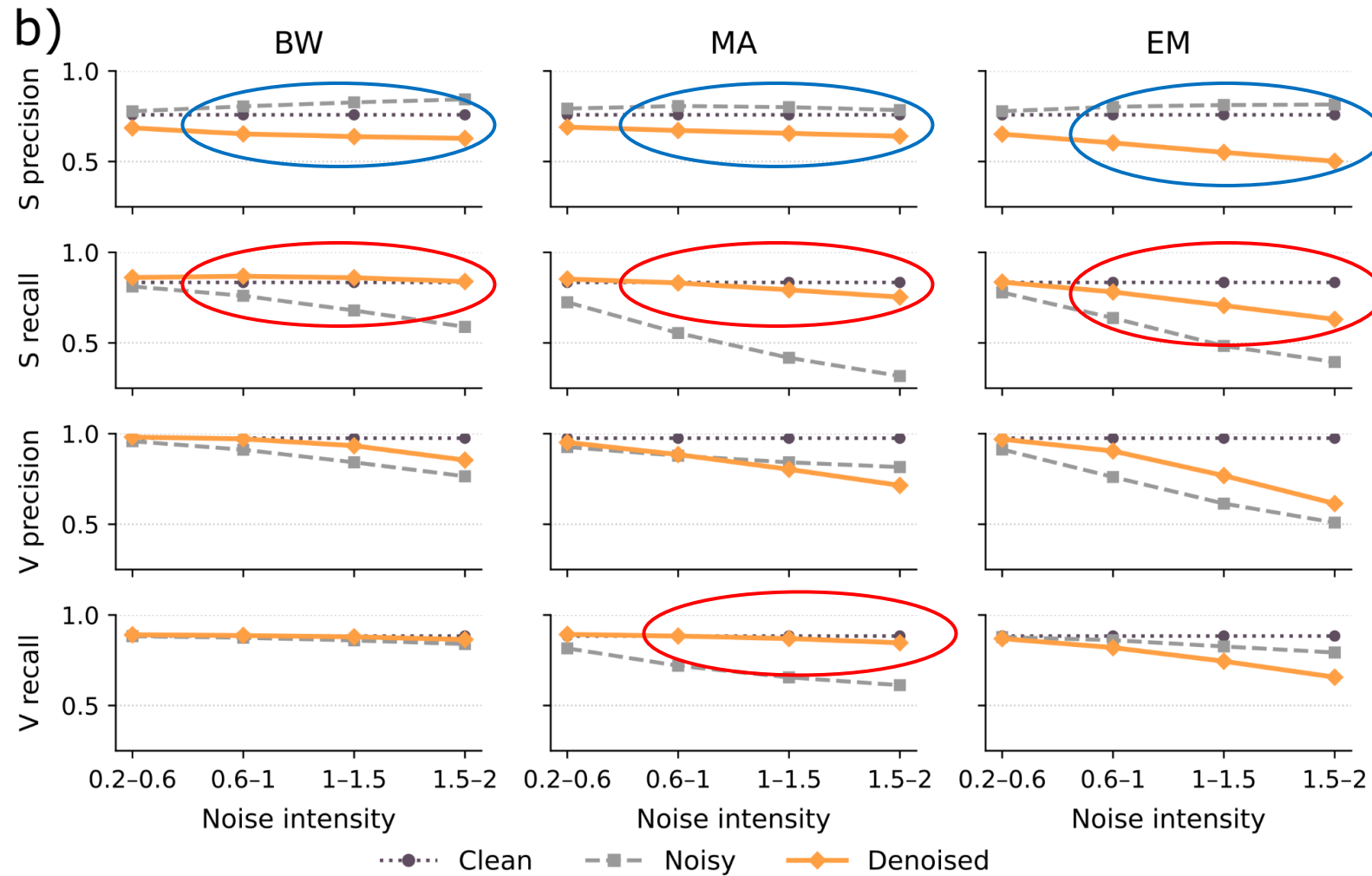


Comparison of classification performance between Clean, Denoised and Noise-contaminated ECG segments.

Triukšmo pašalinimo įvertinimas aritmijos klasifikavimu (III)



Triukšmo pašalinimo įvertinimas aritmijos klasifikavimu (IV)



Kito pusmečio (III) darbai

- Per ateinantį pusmetį planuojama kurti teorinį DDPM triukšmų šalinimo modelį ir pristatyti tarptautinėje konferencijoje arba straipsniu į žurnalą su cituojamumo rodikliu. Įvertinti DDPM galimybes duomenų;
- Įvertinti DDPM galimybes duomenų augmentavimui ir įtaką kuriant atsparesnius aritmijos klasifikavimo modelius. Rezultatus pristatyti tarptautinėje konferencijoje arba straipsniu į žurnalą su cituojamumo rodikliu;
- Išlaikyti „Mašininis mokymasis“ dalyko egzaminą.