



**Vilnius
University**

Skaitmeninių signalų tyrimas ir modeliavimas audinio vėžinėms zonoms aptikti skirtinguose MRI modalumuose.

Doktorantas: Aleksas Vaitulevičius

Vadovas: Prof. Povilas Treigys

Mokslo kryptis: N009 Informatika

Studijų laikotarpis: 2021 – 2025 m.

Studijų metai: 2024/2025

- Tyrimo objektas ir tikslas
- Tyrimo uždaviniai
- Visų studijų planas ir jo vykdymo suvestinė
- Ataskaitinio pusmečio planas ir jo įvykdymas
- Informacija apie tarptautinius renginius ir publikacijas, kuriose pateikti pagrindiniai disertacijos rezultatai (straipsniai tik su citavimo rodikliu)
- Visų mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai
- Gauti moksliniai rezultatai
- Kito pusmečio darbo planas

- Objektas:
 - Magnetinio rezonanso tomografijos (angl. Magnetic Resonance Imaging MRI) T2W (angl. T2-weighted), ADC (angl. apparent diffusion coefficients) ir DWI (angl. diffusion weighted images) modalumo nuotraukos.
 - Mašininio mokymosi algoritmai vėžinėms zonoms aptikti prostatoje.
- Tikslas: Nustatyti vėžinės zonos aptikimo galimybes naudojantis mašininio mokymosi metodais.

- Atlikti literatūros apžvalgą. Šioje apžvalgoje apžvelgti straipsnius, kuriuose yra tiriami vėžinių zonų prostatoje aptikimo metodai arba tarpiniai uždaviniai skirti vėžinių zonų aptikimui. Apžvelgiami straipsniai kuriuose pateikiami tyrimai naudoja T2W, ADC ir/arba DWI MRI modalumus.
- Sukurti naują arba modifikuoti esamą veiksmų seką, kuri, naudodama mašininio mokymosi metodus, aptiktų vėžines zonas prostatoje.
- Empiriniais eksperimentais nustatyti sukurtos/modifikuotos veiksmų sekos parametrus, su kuriais yra pasiekiami aukščiausi tikslumo matai.
- Empiriniais eksperimentais palyginti sukurtos/modifikuotos veiksmų seką su kitais metodais, skirtais vėžinėms zonoms aptikti prostatoje.

Visų studijų planas ir jo vykdymo suvestinė

Studijų metai	Egzaminai	
	Planas	Įvykdyta
I (2021/2022)	2	2
II (2022/2023)	2	2
III (2023/2024)	0	0
IV (2024/2025)	0	0
Iš viso:	4	4

Studijų metai	Dalyvavimas konferencijose				Publikacijos					
	Tarptautinėse		Nacionalinėse		Su citav. rodikliu			Be citav. rodiklio		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2021/2022)	0	1	1	0				1	2	Publikuota
II (2022/2023)	1	0	0	2				1	0	
III (2023/2024)	1	0			1	1	Publikuota			
IV (2024/2025)	1	1			1	0				
Iš viso:	3	2	1	2	2	1		2	2	

Ataskaitinio pusmečio planas ir jo įvykdymas

Egzaminai 2024/2025 (I pusmetis)

Planas	Įvykdyta	Būklė
--------	----------	-------

Dalyvavimas konferencijose 2024/2025 (I pusmetis)

Planas	Įvykdyta	Konferencijos tipas
1	Autoriai: Vaitulevičius, A., Bernatavičienė, J., Treigys, P. Pristatymo pavadinimas: nnU-Net: Investigation of Attention Mechanism for Prostate Zone Segmentation Task Konferencijos pavadinimas: EHB 2024 Data: 2024 metų Lapkričio 14-15 dienomis Vieta: Rumunija, Iasi	Tarptautinis

Publikacijos 2024/2025 (I pusmetis)

Planas	Įvykdyta	Būklė	Publikacijos tipas
1	Aleksas Vaitulevičius, Jolita Bernatavičienė, Jurgita Markeviciute, Ieva Naruševičiūtė, Mantas Trakymas and Povilas Treigys “Advancements in Prostate Zone Segmentation: Integrating Attention Mechanisms into the nnU-Net Framework” <i>Machine Learning: Science and Technology</i> .(2024) https://doi.org/10.1088/2632-2153/ad7f24	Publikuota: 2024-10-07	IOPScience: <i>Machine Learning: Science and Technology</i> WoS. Impact Factor: 6.3, Q1 (2023)

Informacija apie tarptautinius renginius ir publikacijas

Dalyvavimas tarptautinėse konferencijose

	Aprašas
1.	Autoriai: Vaitulevičius, A., Treigys, P., Bernatavičienė, J., Surkant, R., Markevičiūtė, J., Narusevičiūtė, I., Trakymas, M. Pristatymo pavadinimas: DCE MRI Modality Investigation for Cancerous Prostate Region Detection: Case Analysis Konferencijos pavadinimas: WSCG 2022 Data: 2022 metų Gegužės 17-20 dienomis Vieta: Čekija, Pilzenas
2.	Autoriai: Vaitulevičius, A., Bernatavičienė, J., Treigys, P. Pristatymo pavadinimas: nnU-Net: Investigation of Attention Mechanism for Prostate Zone Segmentation Task Konferencijos pavadinimas: EHB 2024 Data: 2024 metų Lapkričio 14-15 dienomis Vieta: Rumunija, Iasi

Publikacijos (tik su citavimo rodikliu)

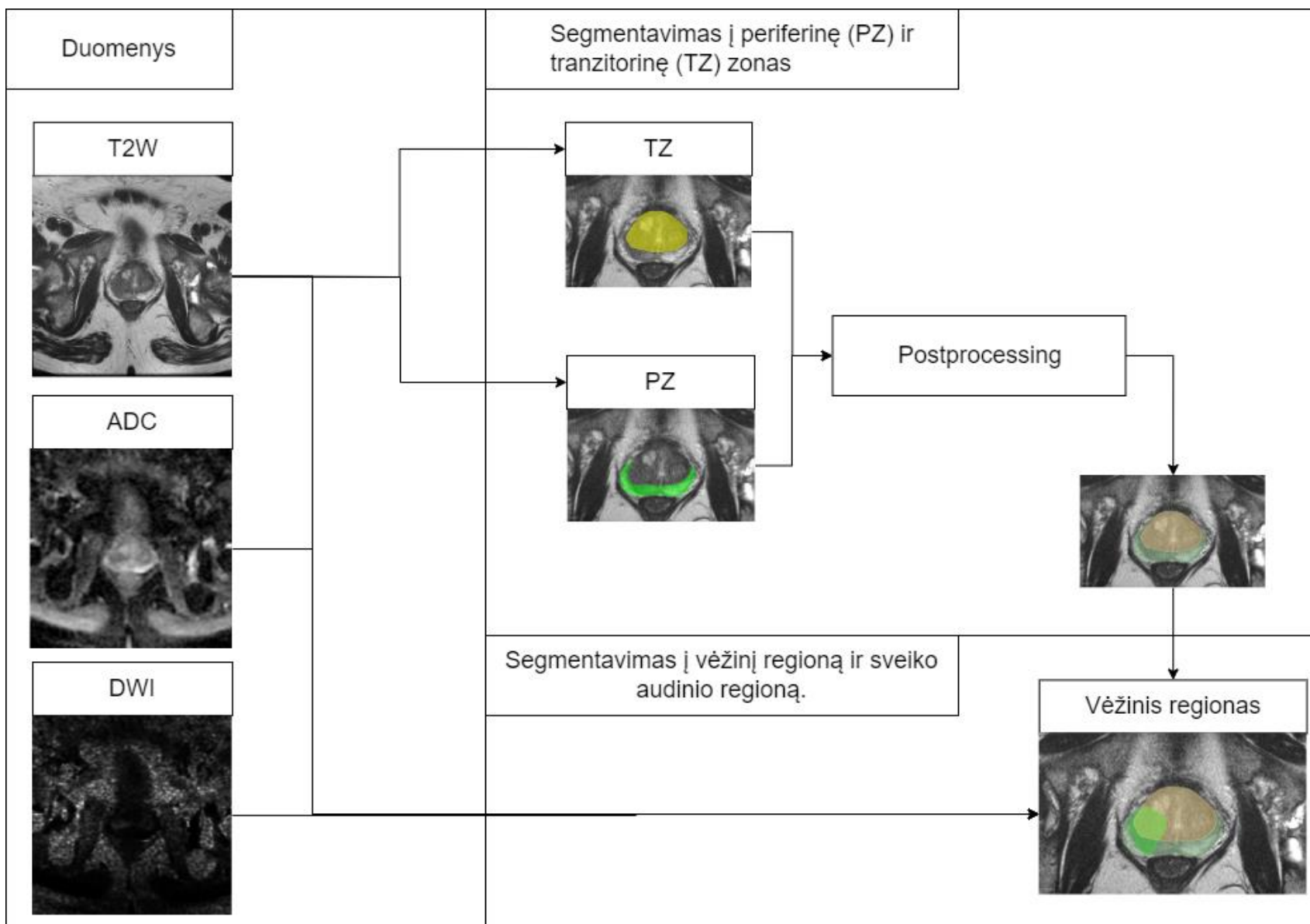
Bibliografinis aprašas	Būklė
Aleksas Vaitulevičius, Jolita Bernatavičienė, Jurgita Markeviciute, Ieva Naruševičiūtė, Mantas Trakymas and Povilas Treigys “Advancements in Prostate Zone Segmentation: Integrating Attention Mechanisms into the nnU-Net Framework” <i>Machine Learning: Science and Technology</i> .(2024) https://doi.org/10.1088/2632-2153/ad7f24	Publikuota: 2024-10-07

Visų mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Darbo pavadinimas	Atlikimo terminai	Pastabos
Atskirų daktaro disertacijos dalių (analizės rezultatų, ginamų teiginių, išvadų ir kt.) parengimas: - Tikslų, uždavinių, tyrimo metodikos, ginamųjų teiginių patikslinimas. - Analitinės disertacijos dalies parengimas. - Teorinės disertacijos dalies parengimas. - Eksperimentinės disertacijos dalies parengimas. - Bendrųjų išvadų suformulavimas.	2024 m. gegužė – 2025 m. kovas	Atlikti empiriniai tyrimai su prostatos vėžinio regiono segmentavimo uždaviniu.

Gauti moksliniai rezultatai

Tiriama veiksmų seka



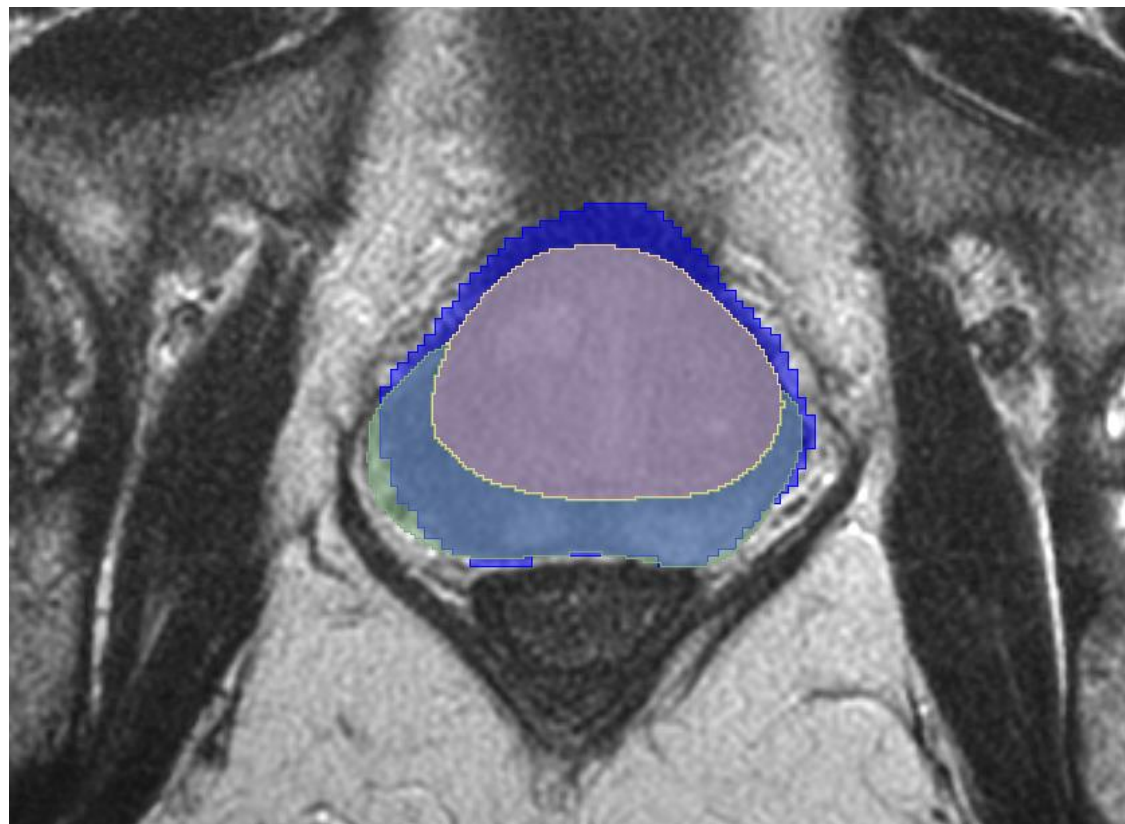
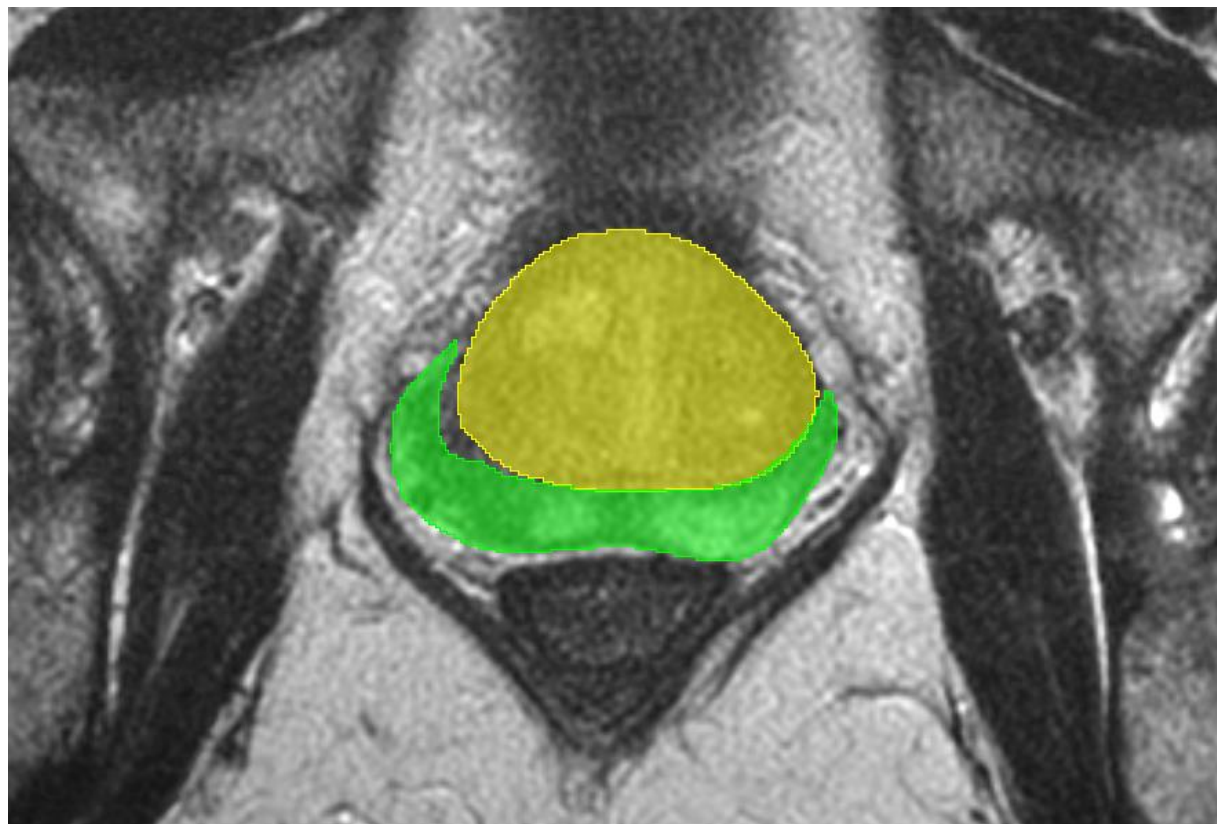
Tyrimai su prostatos vėžinio regiono segmentavimo uždaviniu

- Pasiūlyti ensambliai prostatos vėžinio regiono segmentavimo uždaviniui spręsti.
- Pasiūlyta Dice įverčio koeficiento (angl. Dice Score Coefficient DSC) modifikacija, kuri atsižvelgia į aukštą variabilumą tarp radiologų susegmentuotų prostatos vėžinio regionų.

- Šaltinis: NVI
- Volumetriniai
- Sudaryti iš MRI modalumų: T2W, DWI ir ADC
- Kaukės:
 - Prostatos – pateiktos NVI.
 - Vėžinių regionų ir biopsijų – pateiktos NVI.
 - Prostatos zonos.

Duomenys: prostatos zonos

Vilnius
University

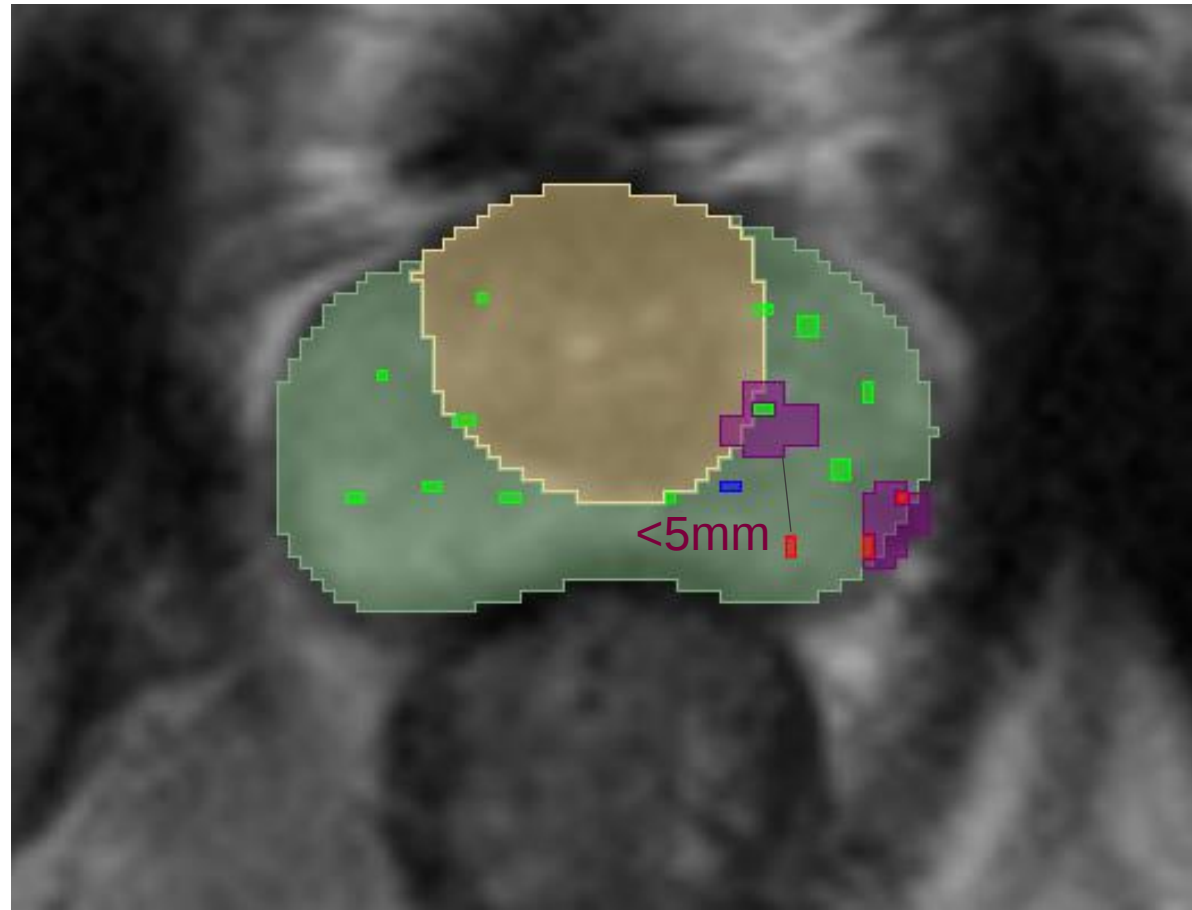
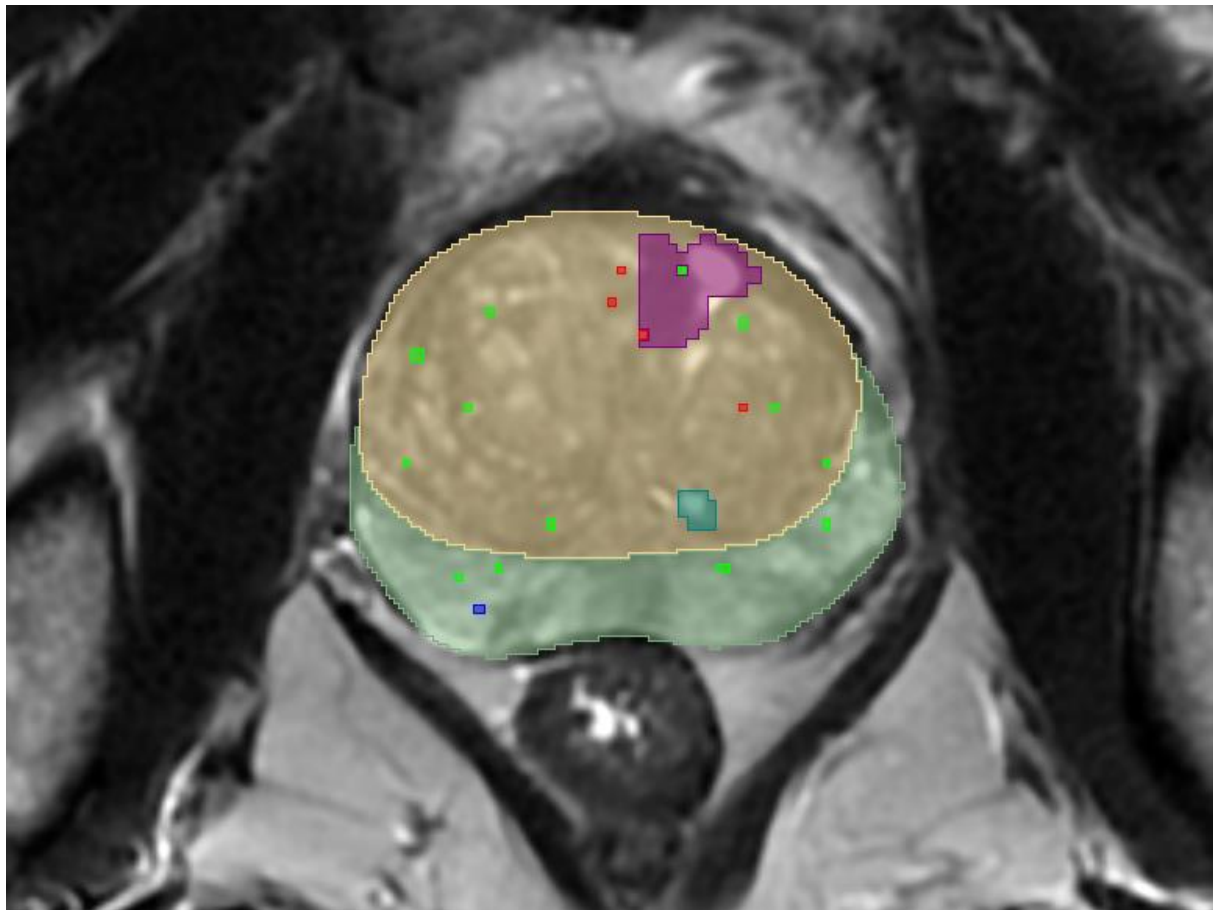


Duomenys: prostatos zonos

- Apmokymui: $\text{Prostata} \cap (\text{PZ} \cup \text{TZ})$
- Testavimui **su** kaukės korekcijomis: $\text{Prostata} \cap (\text{PZ} \cup \text{TZ})$
- Testavimui **be** kaukės korekcijomis: $\text{PZ} \cup \text{TZ}$

Duomenys: vėžiniai regionai

Vilnius
University



Regionas	Ar turi vėžinį regioną	Pacientų Kiekis	Procentas
Prostata	Taip	42	~35.29%
	Ne	77	~64.71%
TZ	Taip	34	~28.57%
	Ne	85	~71.43%
PZ	Taip	41	~34.45%
	Ne	78	~65.55%
Iš viso		119	100%

Tyrime atliktas 5-sluoksnių kryžminė validacija tarp sluoksnių tolygiai paskirstant pacientus su vėžiniu regionu.

Informacija apie siūlomus ensamblius

- Visi ensambliai yra sudaryti iš Giliųjų Neuroninių Tinlų (GNT) modelių rezultatų sąjungų.
- Šie modeliai yra apmokyti no-new U-Net metodu (nnU-Net).

No-new U-Net: Isensee F, Jaeger P F, Kohl S A, Petersen J and Maier-Hein K H 2021 nnU-Net: a self-configuring method for deep learning-based biomedical image segmentation Nature methods 18 203–211

Modeliai

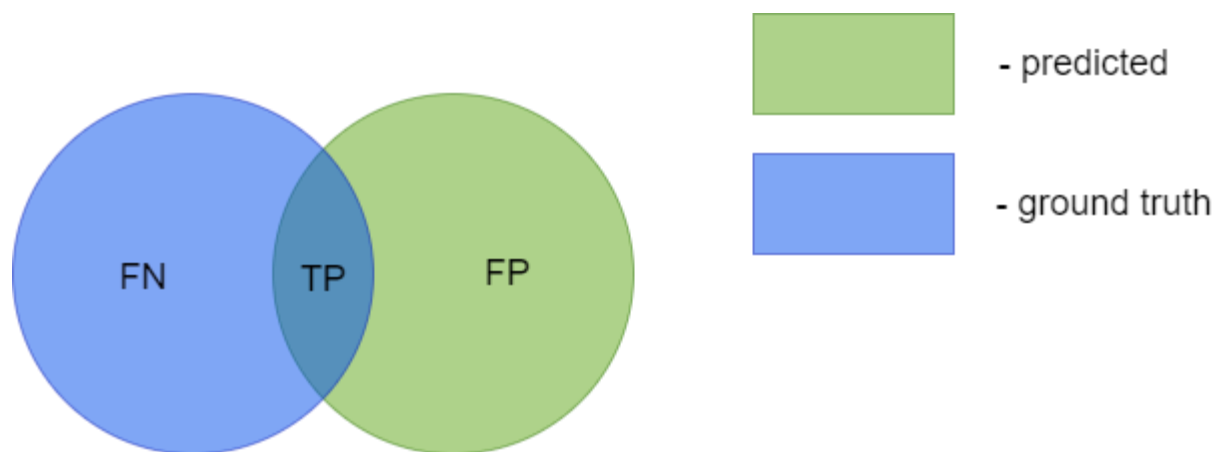
Modelio žymėjimas	Ivesties kanalai	Kaukė
TZ(T2W)	T2W	TZ
TZ(visos)	T2W, ADC, DWI	TZ
PZ(ADC, DWI)	ADC, DWI	PZ
PZ(visos)	T2W, ADC, DWI	PZ
Prostata(visos)	T2W, ADC, DWI	Prostata
Prostata(visos, zonos)	T2W, ADC, DWI, prostatos zonų kaukė	Prostata

Palyginami ensambliai ir modeliai

- Ensamblis 1: TZ(T2W) U PZ(ADC, DWI)
- Ensamblis 2: TZ(visos) U PZ(visos)
- Ensamblis 3: Prostata(visos) U TZ(visos) U PZ(visos)
- Ensamblis 4: Prostata(visos) U PZ(visos)
- Prostata(visos)
- Prostata(visos, zonos)

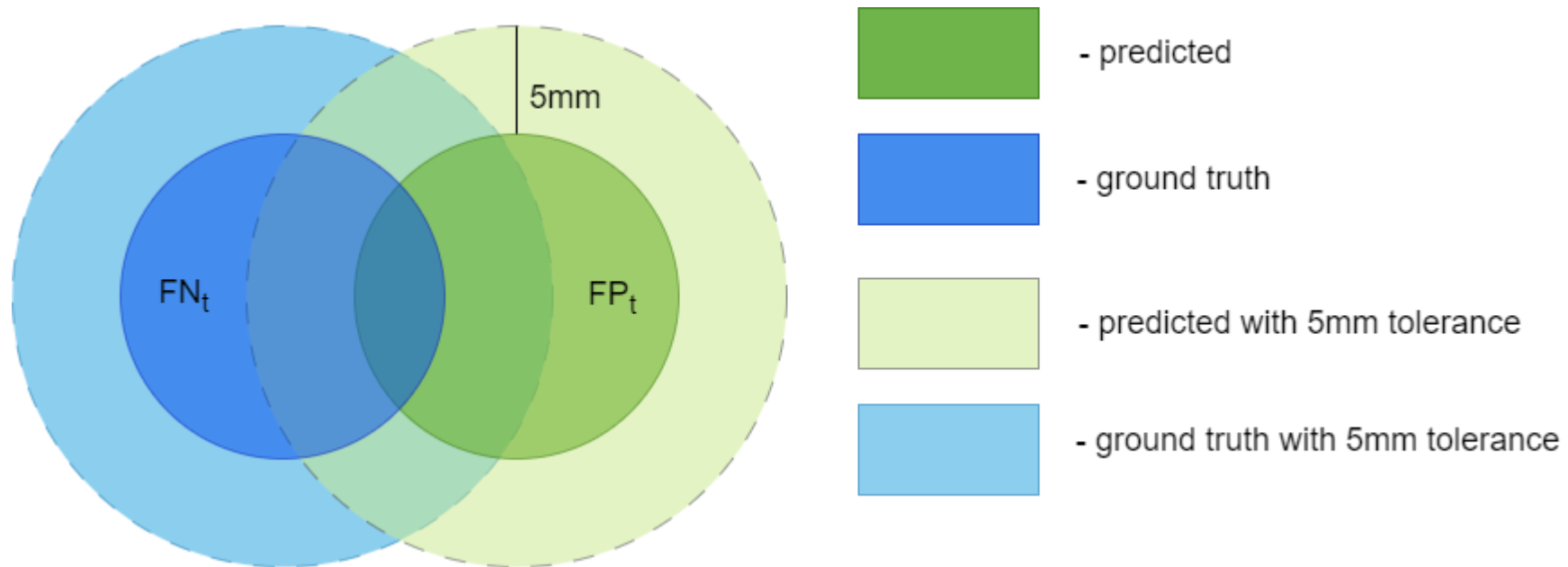
Originalus DSC

$$DSC = \frac{2TP}{2TP + FN + FP}$$

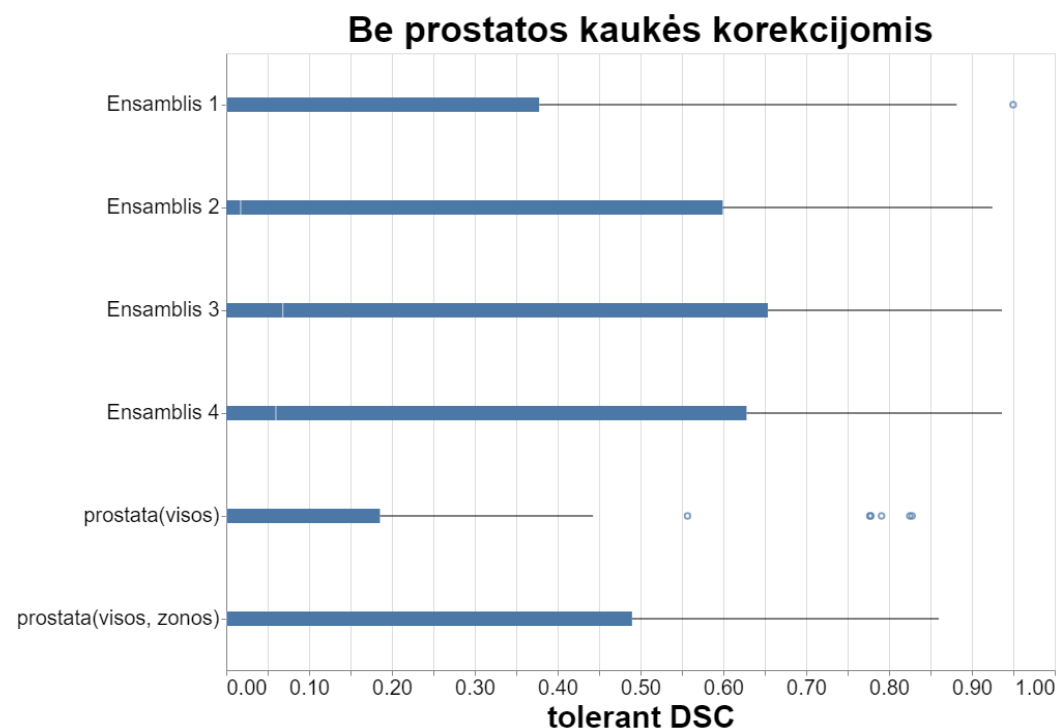
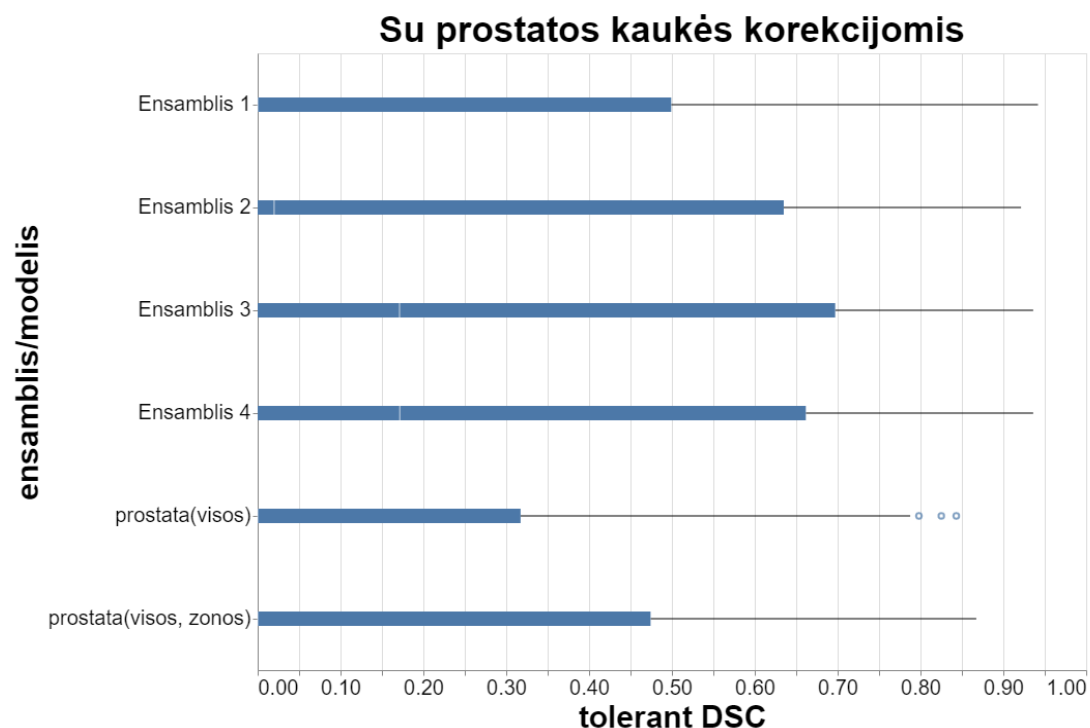


Naujas matas: tolerant DSC

$$DSC_t = \frac{2TP}{2TP + FN_t + FP_t}$$

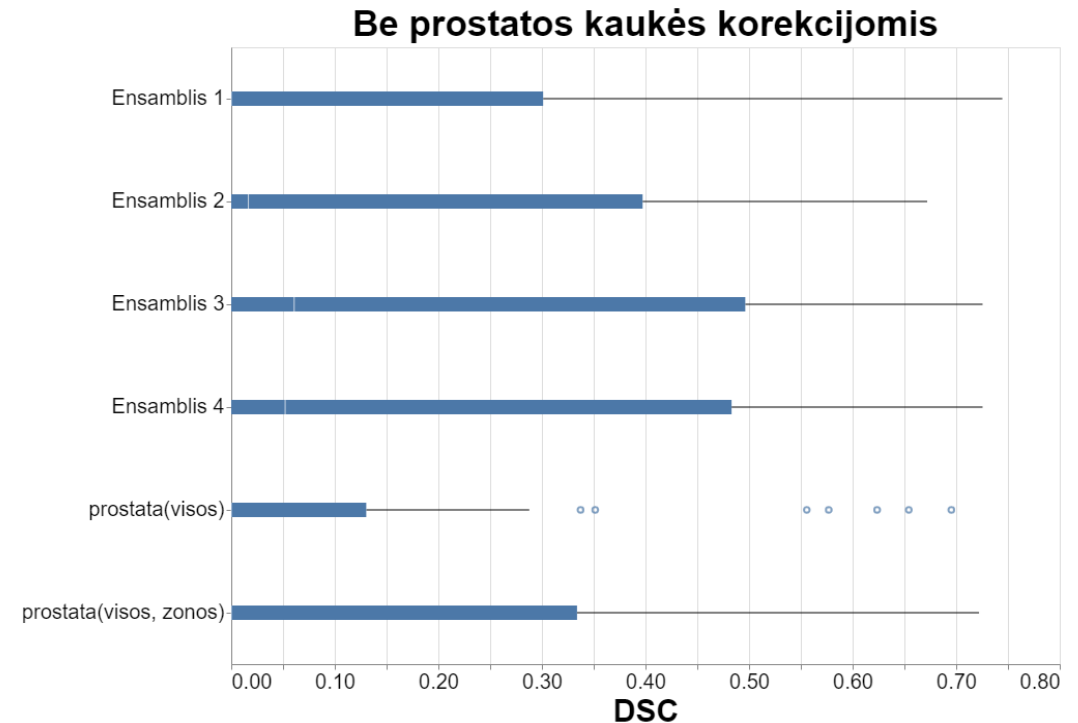
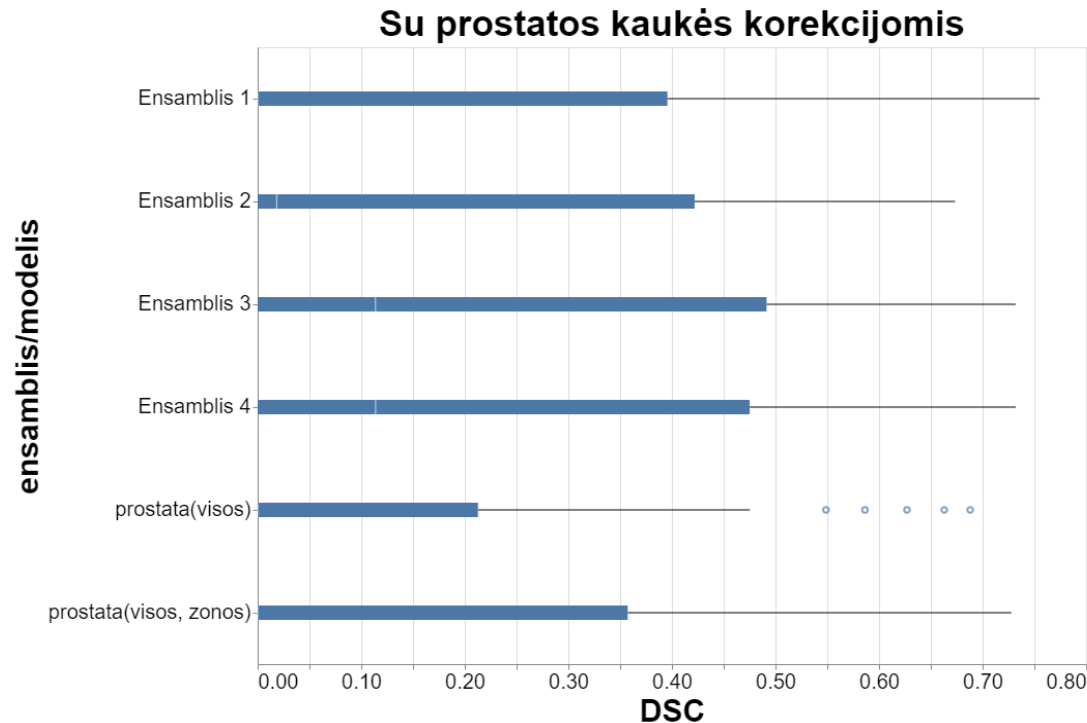


Rezultatai: tolerant DSC



- Pacientai iš visų kryžminės validacijos sluoksnių.
- **42** pacientai su vėžiniu regionu.
- **Ensamblis 1:** TZ(T2W) U PZ(ADC, DWI)
- **Ensamblis 2:** TZ(visos) U PZ(visos)
- **Ensamblis 3:** Prostata(visos) U TZ(visos) U PZ(visos)
- **Ensamblis 4:** Prostata(visos) U PZ(visos)

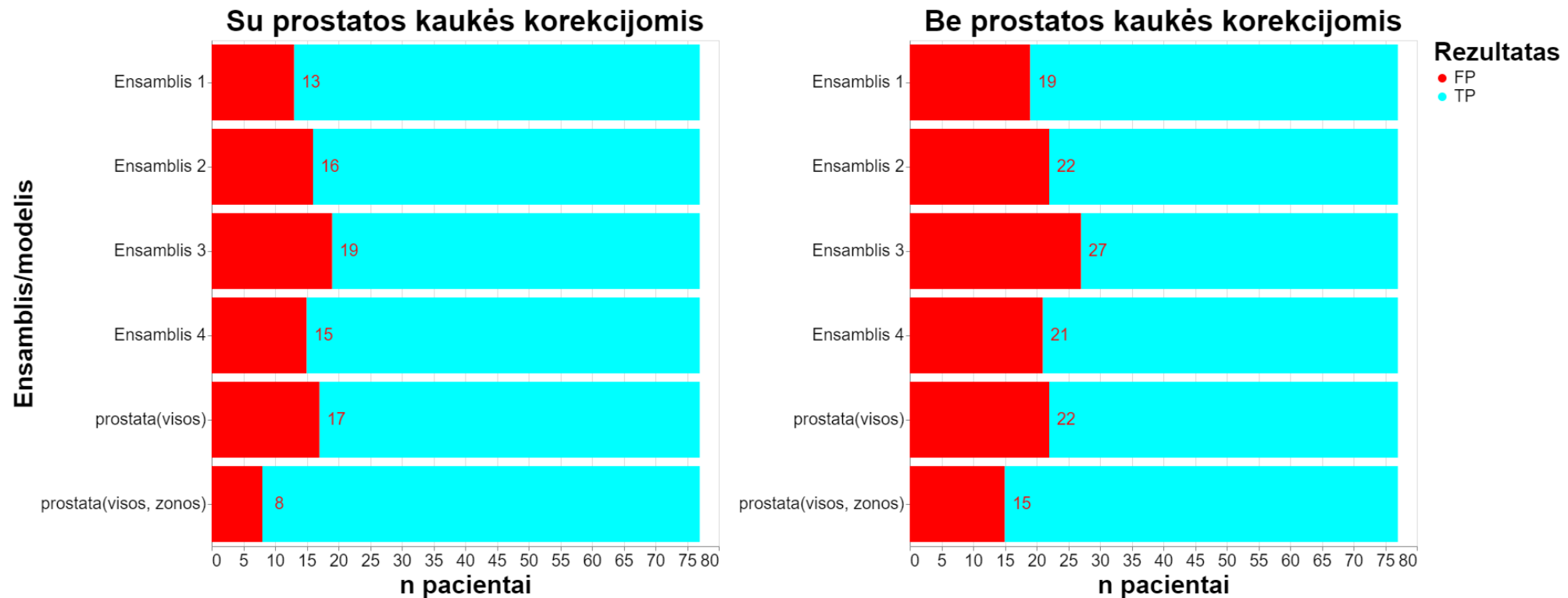
Rezultatai: originalus DSC



- Pacientai iš visų kryžminės validacijos sluoksnių.
- **42** pacientai su vėžiniu regionu.
- **Ensamblis 1:** TZ(T2W) U PZ(ADC, DWI)
- **Ensamblis 2:** TZ(visos) U PZ(visos)
- **Ensamblis 3:** Prostata(visos) U TZ(visos) U PZ(visos)
- **Ensamblis 4:** Prostata(visos) U PZ(visos)

Rezultatai: FP pacientai

Vilnius
University



- Pacientai iš visų kryžminės validacijos sluoksnių.
- **FP pacientai** – pacientai, kurių GT neturi vėžinio regiono, bet modelio rezultatas turi.
- **Ensamblis 1:** TZ(T2W) U PZ(ADC, DWI)
- **Ensamblis 2:** TZ(visos) U PZ(visos)
- **Ensamblis 3:** Prostata(visos) U TZ(visos) U PZ(visos)
- **Ensamblis 4:** Prostata(visos) U PZ(visos)

- Aukščiausia tolerantiška DSC įvertį pasiekia **Ensamblis 4** ir **Ensamblis 3**.
- Turint omenyje, kad medicinoje minimizuoti FN yra svarbiau nei FP, galima teigti, kad FP pacientų skaičius tarp lyginamų ensamblių ir modelių yra nereikšmingas.

Kito pusmečio darbo planas

- Pateikti straipsnį su citavimo rodikliu leidimui apie atliktus tyrimus su prostatos vėžinio regiono segmentavimo uždaviniu.
- Pristatyti atliktus tyrimus su prostatos vėžinio regiono segmentavimo uždaviniu bent vienoje tarptautinėje konferencijoje.
- Paruošti pradinę disertacijos versiją.