

Datnet™ AIoT Atvejo Analizė ir ISA-95 Integracija

Data: 2025-10-14

2. Susiję darbai ir standartai (Background)

- ISA-95: hierarchinis IT/OT susiejimas (L0–L4), atsekamumas ir rolės.
- OPC UA informacijos modelis ir MQTT Sparkplug-B: patikimas, standartizuotas telemetrijos perdavimas.
- Prophet: pridėtinių laiko eilučių modelis su lūžio taškais, sezoniskumais ir regresoriais; tinka operacinei prognozei su fizinių ribų palaikymu (logistinė dinamika).
- Fourier metodai: puikios stacionariems signalams, bet be kontekstinių ribų gali sudaryti “veidrodinius” artefaktus ne stacionariose DO sekose.

3. Medžiaga ir metodai (Sprendimo architektūra ir metodika)

3.1. ISA-95 ⇔ Datnet™ AIoT susiejimas

- L4 ERP/CMMS/BI
- L3 MES → PredAna™, skydų (dashboard) sluoksnis
- L2 SCADA → Datnet™ AIoT Turtas (Baseinas, Pastatas,)
- L1 Valdymas → PLC/gateway (Modbus, MQTT, OPC UA)
- L0 Jutikliai → DO, temperatūra, pH

Ryšiai ir srautai:

Tenantas → Turtas (Pastatas) → Turtas (Baseinas) → Jutikliai

Protokolai: Modbus TCP, MQTT per TLS, REST API

Srautas: Edge → Datnet Cloud → PredAna™ prognozė → Datnet™ KPI

3.2. Duomenų modeliavimas ir hierarchija

Enterprise/Įmonė: Silopavezupis žuvininkystės ūkis

- └ Plant/Objektas: Akvakultūros_Pastatai
 - └ Site/Padalinys: Klientas A
 - └ Area/Zona: Eršketų Kompleksas
 - └ Asset/Turtas: Eršketų Pastatas 1
 - └ Asset/Turtas: Baseinas 1
 - └ Device/Jutiklis: Deguonies jutiklis 1

```

├── Device/Jutiklis: Deguonies jutiklis 2
├── Asset/Turtas: Baseinas 2
│   ├── Device/Jutiklis: Deguonies jutiklis 1
│   └── Device/Jutiklis: Deguonies jutiklis 2
├── Asset/Turtas: Baseinas 3
└── Asset/Turtas: Baseinas 4
    
```

3.3. Modelio architektūra (Prophet)

- Trend: laiptuotas tiesinis / logistinis su lūžio taškais „changepoints”.
- Sezoniskumas: 24 h (galimai savaitinis) per vidinius “Fourier” narius.
- Regresoriai (produkcijoje): KalibracijaAktyvi, AeratoriausBūsena/PWM, VandensTemp, Šėrimas, Plovimas
- Kokybė: **Hampel/median** „spikes” šalinimas, Kokybė=Bloga duomenų žymos maskavimas
- Fizinės ribos: growth='logistic', floor=0, cap= $C^*(T)$; „clamp” į $[0, C^*(T)]$ taikomas tik po prognozės (UI/aliarmams).“
- Anomalių logika: PI (prognozės intervalas) pažeidimas + standartizuotas likutis (Hampel “outlier” filtras) + fizinių ribų patikra → priežasties kodai (SensoriausSaturacija, KalibracijaAktyvi, KontrolėsŽingsnis, Proceso sutrikimas, DuomenųKokybė).

4. Įgyvendinimas (Procesas)

- Entitetai ir ryšiai kurti su Datnet™ AIoT REST API (OWNS, CONTAINS, PART_OF).
- Telemetrija: oxygen_mgL, temp_c, ph.
- Pirminė analizė su **Fourier transformacija** (parodyti artefaktus); produkcijai — **Prophet** su apribojimais ir regresoriais.
- Valdymo skydai: hierarchija, detalės, statistika ir prognozės.

5. Rezultatai

5.1. Bandyto pastaba (tyčinis, neapribotas paleidimas)

Tikslingai leidome šuolį nuo $\sim 8 \rightarrow 77$ mg/L ir kritimą į $\sim 7,9$ mg/L, kad išprovokuotume trumpą, neigiamą nuokrypį ir patikrintume anomalijų grandinę.

5.2. Prophet elgsena (7 dienų langas)

Data/laikas	Įvykis	DO (mg/L)	Interpretacija
10-10 14:00	Šuolis aukštyn	$\sim 8 \rightarrow 18,41 \rightarrow 77$	Jei nemaskuota – lokali struktūra, įdedamas

			pokyčio taškas “changepoint”
10-12 00:00	Kritimas	77 → 41,52 → 7,9	Sugrįžimas į bazę ~8 mg/L; likučiai normalizuojasi
10-13 → 10-14	FFT „veidrodis“ kritimas	7,9 → -84 (FFT sim.)	Prophet: atkartojimo nėra; prognozė = bazė + 24 h sezoniškumas (su ribomis)

5.3. Kodėl vieno jutiklio prognozė tapo neigiama (bandyme)

Erškėtų baseinas 2 / DO jutiklis 01: sąmoningai nemaskuotas duomenų srautas su etikete (be Kokybės=Bloga) ir be regresoriaus “KalibracijaAktyvi”. Modelis pernelyg prisitaikė prie šuolio per pokyčio lūžio tašką “changepoint”, o be floor/cap (“**floor**-viršutinė fizinė/operacinė riba prognozuojamai reikšmei/**cap**-apatinė riba (mažiausia įmanoma reikšmė)”), susidarė trumpas neigiamas prognozės segmentas — kaip kontrolės patvirtinimo signalas. Neigiamas DO pasireiškė tik neapribotame bandyme; gamyboje logistinės ribos to neleidžia.

6. Diskusija (Plėtra ir daugiakintamųjų prognozė)

- Daugiakintamieji: įtrauksime temperatūrą, pH, srautą, ORP; regresorių planus.
- Predikcinė priežiūra: aeratorių variklių energijos šablonai, gedimų ankstyvas aptikimas.
- Fourier vs Prophet: Fourier — gerai stacionariems (binariniai/diskretiniai) inžineriniams signalams, Prophet arba MultiProphet — operacinei prognozei su fizinėmis ribomis ir įvykių regresoriais.

7. ISA-95 susiejimas (išsamiai)

- L4: ERP/CMMS/BI (REST/MQTT/DB)
- L3: Turtas, Klientas, Turtas (Plant/Area), Dashboarda’i, Taisyklių grandinės — KPI, anomalijos, prognozės
- L2: Turtas (Baseinas), profiliai, grupės; Turtas → Įrenginys (CONTAINS)
- L1: Valdikliai ir tinklai: PLC, Modbus, LoRaWAN, MQTT, OPC UA“.
- L0: Jutikliai (DO, Temp, pH, srautas, vožtuvai), telemetrija: oxygen_mgL, temp_c, ph

8. Techninės detalės (diegimas)

Atributai/telemetrija:

sensor_type="oxygen", unit="mg/L", basin_id="B2", process_area="Akvakultūra", isa95_level=1

Ryšių tipai:

“OWNS”, “CONTAINS”, “LOCATED_IN”, “PART_OF”, “FEEDS”, “VISUALIZES”

Prophet (gamybai):

Gamybai taikysime logistines ribas modelio viduje (growth='logistic', floor=0, cap= $C^*(T)$), kad prognozės ir jų intervalai būtų fiziškai prasmingi ir nestiprintų sezonų/trendo už ribų. **Po apdorojimo „clamp“** į $[0, C^*(T)]$, bus naudojamas, **tik kaip saugiklis** vizualizacijai ir aliarmams. Duomenų kokybę valdysime **Hampel** filtru ir **Kokybė=Bloga** langų maskavimu; kalibravimo/valymo langai bus **atribojami regresoriumi** KalibracijaAktyvi, kad anomalijos būtų koduotos-ženklinamos priežastimi ir neinfluiuotų sezoniškumo.

Pastaba:

Clamp: modelis mokosi „be ribų“, todėl trendas/sezoniškumas gali būti „išpūsti“; ribos pritaikomos tik pabaigoje. „Clamp į $[0, C^*(T)]$ “ – tai **poapdorojimo saturacija**: bet kokią reikšmę „užspaudžiame“ į intervalą nuo 0 iki **viršutinės fizinės ribos** $C^*(T)$, kur $C^*(T)$ – temperatūrinė DO tirpumo riba.

Logistic: ribos **įtrauktos į tikslinę funkciją mokymosi metu** – modelis iškart **neperžengia** $[0, C^*(T)]$ ir „neišpučia“ sezonų.

9. Išvada

Datnet™ AIoT + PredAna™ su Prophet ir ISA-95 užtikrina fiziškai pagrįstą prognozę, aiškų anomalijų klasifikavimą bei operacinę vertę (veiksmingi įspėjimai, mažiau artefaktų). Sprendimas paruoštas plėtrai į pramonės, aplinkos ir energetikos sritis.

10. Santrauka

Įgalintas IT/OT suartinimas, plečiamumas, saugumas (IEC 62443) ir sąveika. Užtikrinamas atsekamumas nuo L0 jutiklių iki L4 ERP sprendimų, o prognozės išlieka šalia ~8 mg/L bazės, be veidrodinių artefaktų ir su priežastimis-koduotais įvykiais.

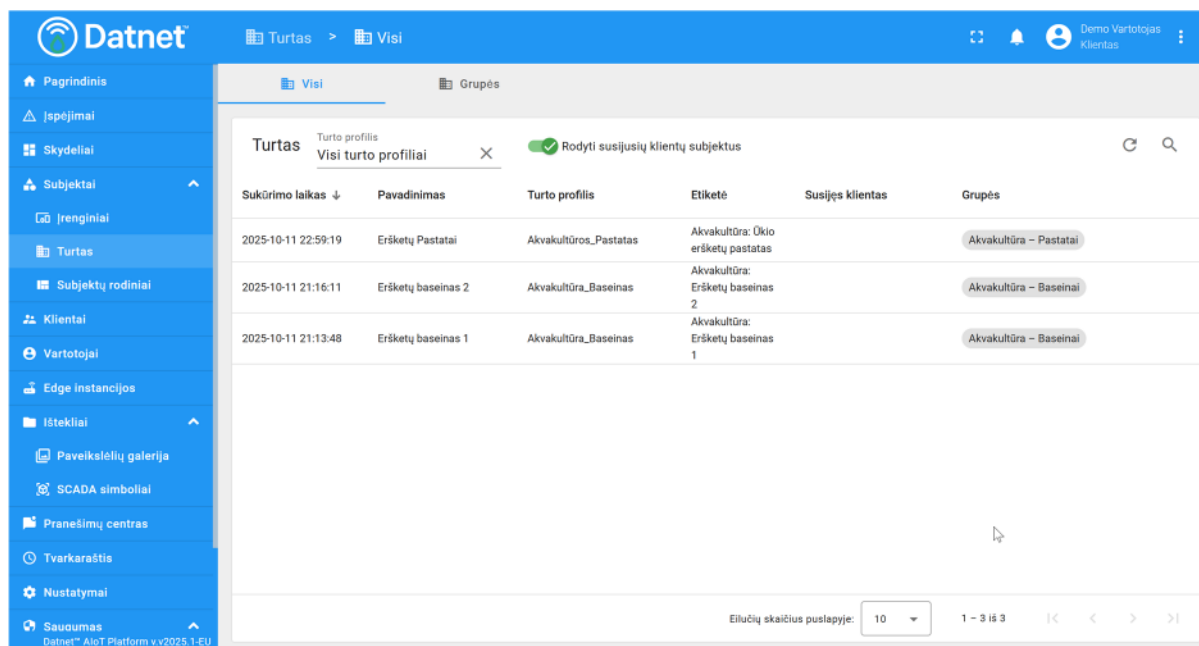
Priedas A. Rezultato formuluotė

Produkcinėje aplinkoje taikome **logistines ribas modelio viduje** (*Prophet* growth='logistic', floor=0, cap= $C^*(T)$) – taip prognozės ir jų **PI** (tikėtinas, būsimos reikšmės diapazonas iš prognozės sklaidos); Prophet'e PI lieka ribose dėl logistinių ribų. **Po apdorojimo „clamp“** į $[0, C^*(T)]$, naudojamas **tik, kaip saugiklis** vizualizacijai ir aliarmams. Su įjungtais **Kalibracija/Saturacija** (ir kitais) **regresoriais** bei **kokybės valdymu** (Hampel „Hampel filter „+ Kokybė=Bloga maskavimas) *Eršketų baseinas 2 / DO jutiklis 01* (ir visi jutikliai) **neprognozuos** reikšmių

„...<0 arba > C(T)“ saturacijos. Šuoliai kalibravimo/valymo metu bus atribojami tik regresoriams ir neiškraipys sezoniškumo; o netikėti, „Kokybė=Gera“ šuoliai, aptikti, suklasifikuoti ir publikuojami su veiksmingu kontekstu, kaip priežastimi-koduotos anomalijos (SensoriausSaturacija, KalibracijaAktyvi, KontrolėsŽingsnis, Proceso sutrikimas, DuomenųKokybė) pagal PI (prognozės intervalas) pažeidimą + likučius. Prognozės laikysis prie ~8 mg/L bazės, be „veidrodinių“ artefaktų, su stabiliu persitvirtinimu ir operatoriams naudingais įspėjimais.

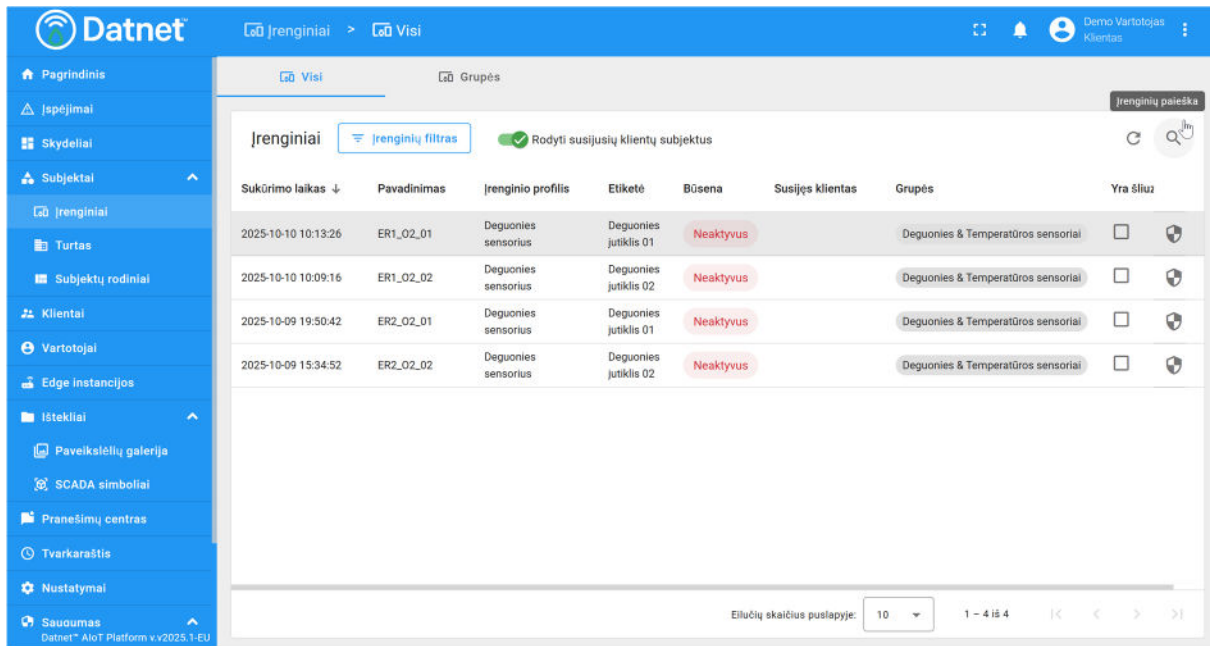
Priedas B. Sprendimo pavyzdžiai

[Screenshot 1 - Datnet™ AIoT Turot Hierarchija]



Sukūrimo laikas	Pavadinimas	Turto profilis	Etiketė	Susijęs klientas	Grupės
2025-10-11 22:59:19	Erškėtų Pastatai	Akvakultūros_Pastatas	Akvakultūra: Ūkio erškėtų pastatas		Akvakultūra – Pastatai
2025-10-11 21:16:11	Erškėtų baseinas 2	Akvakultūra_Baseinas	Akvakultūra: Erškėtų baseinas 2		Akvakultūra – Baseinai
2025-10-11 21:13:48	Erškėtų baseinas 1	Akvakultūra_Baseinas	Akvakultūra: Erškėtų baseinas 1		Akvakultūra – Baseinai

[Screenshot 2 - Datnet™ AIoT Įrenginių Hierarchija]



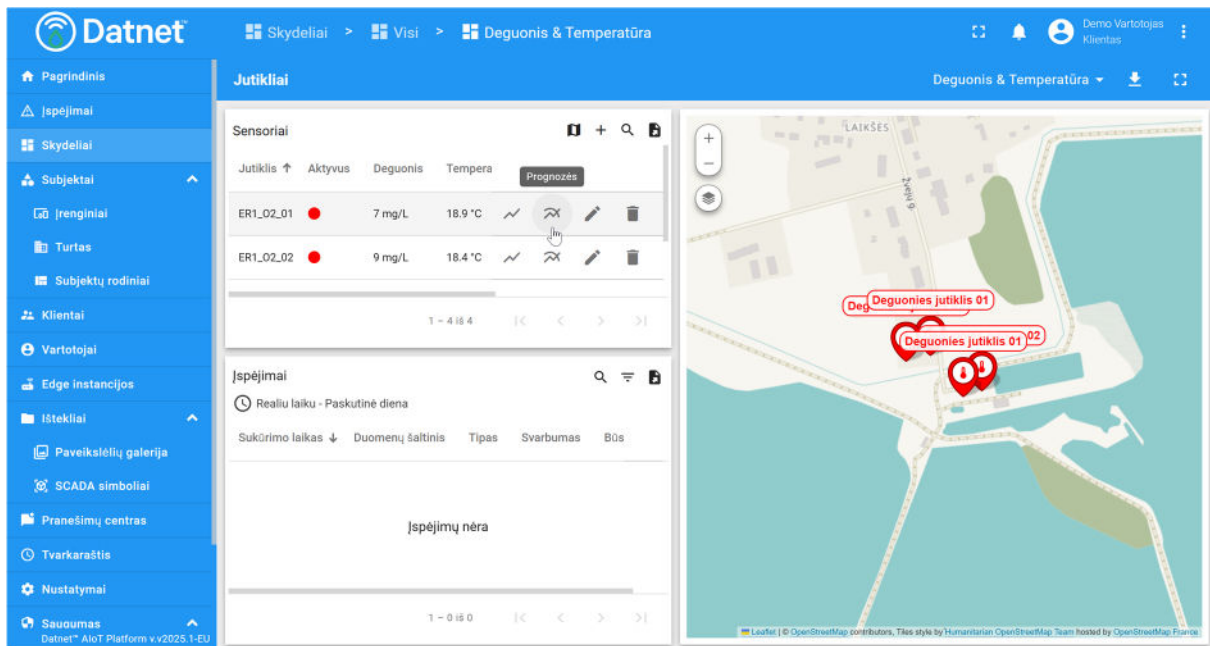
Įrenginiai

Įrenginių filtras ☒ Rodyti susijusių klientų subjektus

Sukūrimo laikas	Pavadinimas	Įrenginio profilis	Etiketė	Būsena	Susijęs klientas	Grupės	Yra šliuz
2025-10-10 10:13:26	ER1_02_01	Deguonies sensorius	Deguonies jutiklis 01	Neaktyvus		Deguonies & Temperatūros sensoriai	☐ ☒
2025-10-10 10:09:16	ER1_02_02	Deguonies sensorius	Deguonies jutiklis 02	Neaktyvus		Deguonies & Temperatūros sensoriai	☐ ☒
2025-10-09 19:50:42	ER2_02_01	Deguonies sensorius	Deguonies jutiklis 01	Neaktyvus		Deguonies & Temperatūros sensoriai	☐ ☒
2025-10-09 15:34:52	ER2_02_02	Deguonies sensorius	Deguonies jutiklis 02	Neaktyvus		Deguonies & Temperatūros sensoriai	☐ ☒

Eilučių skaičius puslapyje: 10 1 - 4 iš 4

[Screenshot 3 - Datnet™ AIoT Monitoringo Dashboard'ų Hierarchija]



Jutikliai

Sensoriai

Jutiklis	Aktyvus	Deguois	Tempera	Prognozės
ER1_02_01	☒	7 mg/L	18.9 °C	☒
ER1_02_02	☒	9 mg/L	18.4 °C	☒

1 - 4 iš 4

Įspėjimai

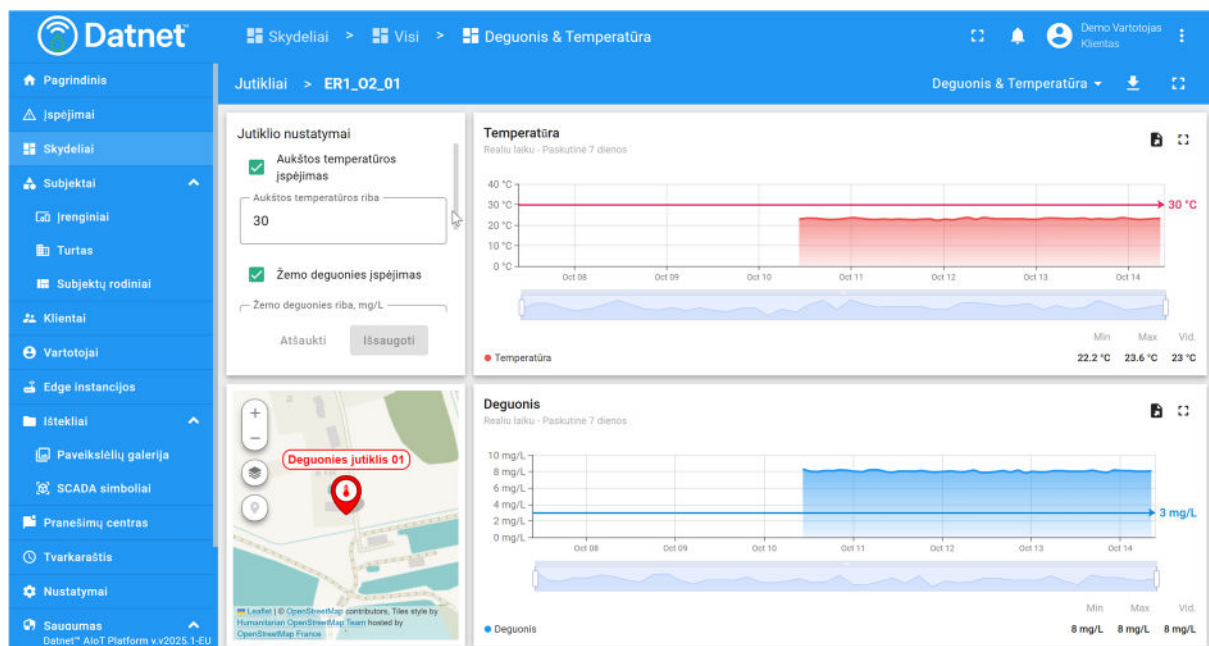
Realiu laiku - Paskutinė diena

Sukūrimo laikas	Duomenų šaltinis	Tipas	Svarbumas	Būs
Įspėjimų nėra				

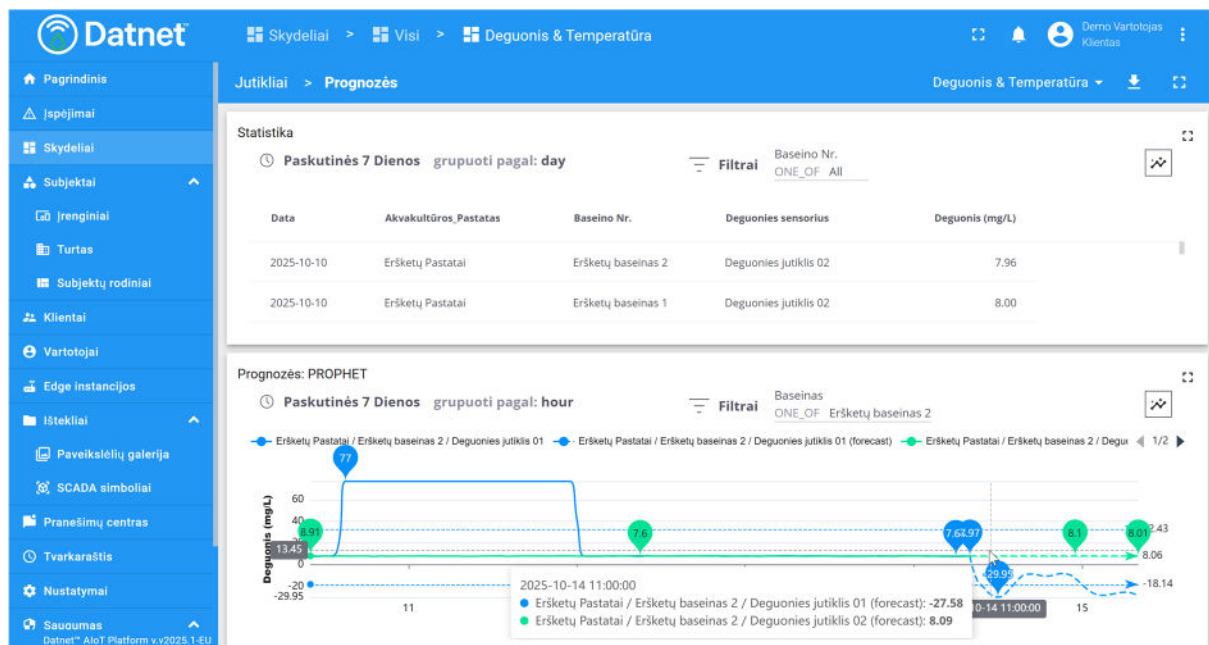
1 - 0 iš 0

Mapa: LAIKŠES, Deguonies jutiklis 01, Deguonies jutiklis 02

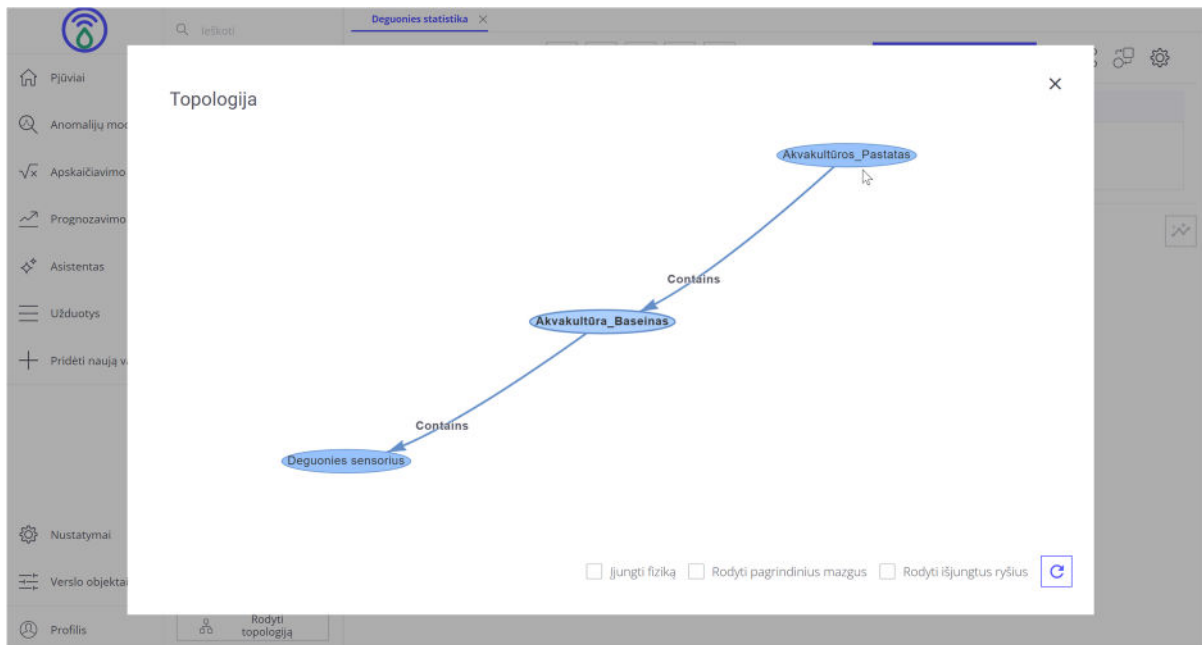
[Screenshot 4 - Datnet™ AIoT Monitoringo Dashboard'ų Detalizacijos Hierarchija]



[Screenshot 5 - Datnet™ AIoT Monitoringo Dashboard'ų Statistikos ir Prognozės Hierarchija]



[Screenshot 6 - PredAna™ duomenų modelio projekcija: Erškėtų objekto esybių hierarchija — Turtas → Akvakultūros Pastatai → Akvakultūros baseinai → Įrenginiai.]



[Screenshot 7 - PredAna™ duomenų modeliavimo UI: Erškėtų objekto esybių hierarchija — Turtas → Akvakultūros Pastatai → Akvakultūros baseinai → Įrenginiai.]

