interTwin

Projekt interTwin: Izdelava in upravljanje digitalnih dvojčkov za znanost

Andrej Filipčič

Mreža znanja, 2024

Funded by the European Union

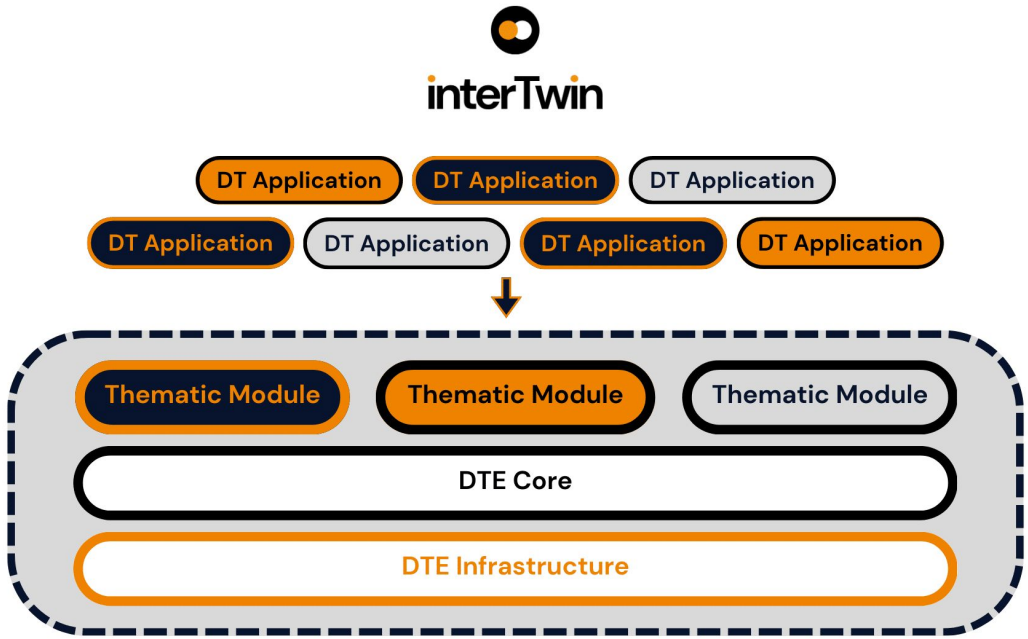
The interTwin project is funded by the European Union - Grant Agreement Number 101058386

interTwin - Digitalni dvojčki za znanost

Sooblikovanje in implementacija prototipov **interdisciplinarnih pogonov za Digitalne Dvojčke**

Odprtokodna platforma z **odprtimi standardi** za razvoj specifičnih aplikacij za **digitalne dvojčke (DT)**

Pilotska implementacija s **širokim naborom** uporabniških primerov od **fizike** do **okoljskih** znanosti



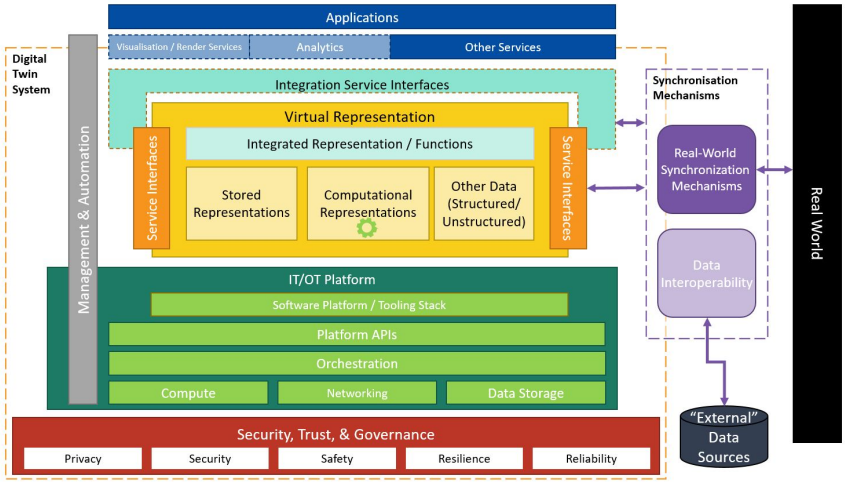
The interTwin Digital Twin Engine (DTE)

Digitalni dvojčki (DT)

Digitalni dvojček (DT) je virtualna reprezentacija fizičnega objekta, procesa ali sistema. Narejen je s pomočjo informacij, pridobljenih iz enega ali več izvorov podatkov, kot na primer senzorji, historični modeli, kot tudi podatki zajeti v realnem času.

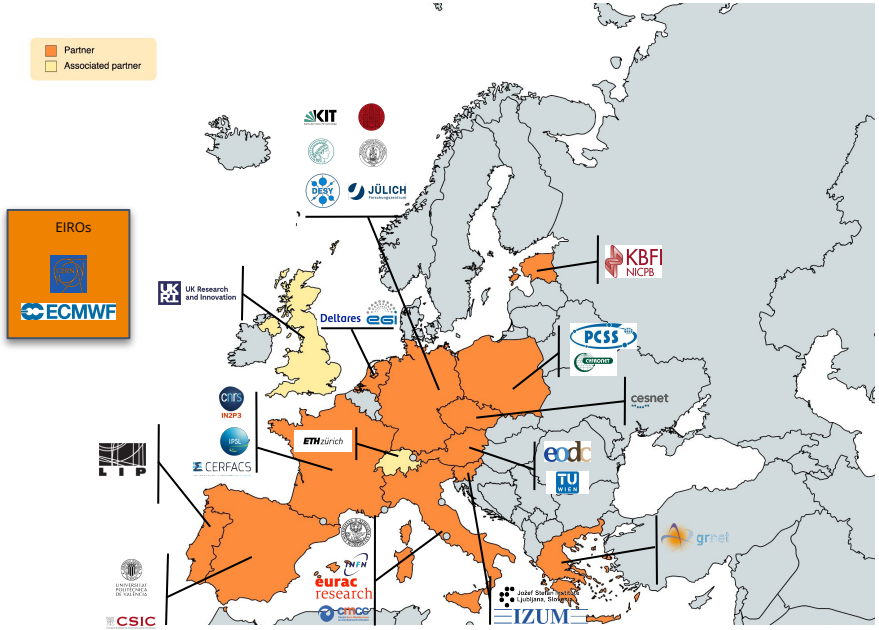
https://www.digitaltwinconsortium.org/glossary/glossary

https://www.deltares.nl/en/expertise/projects/digital-twins



Type	Industry	Cities & (air)ports	Environment
Goal	Life cycle management	"Smart" cities & (air)ports	Decision support, risk management & dissemination
Interventions	Adaptive design	Spatial planning and policymaking	System operation (e.g. sluices & locks) & policymaking
Cost reduction	R&D, construction & maintenance costs	Design, construction & maintenance costs	Disaster risk reduction, climate adaptation & biodiversity protection
System representation	Single object with many components	Many objects	Many systems
Timespan	Seconds - 5 years	Days - 10 years	Days or decades

Konzorcij



1.09.22 - 31.08.25

Proračun 11,7 M€

Fundacija EGI kot koordinator

30 **Partnerjev**, skupno z 1 pridruženim in in 2 povezanima članoma

Konzorcij

10	11	14
Ponudnikov	Ponudnikov tehnologij	Predstavniki skupnosti
oblak, HTC, HPC, dostop do Kvantnih sistemov	infrastruktura DTE in horizontalne zmogljivosti	Iz 5 domen, razvoj aplikacij DT in tematskih modulov

Cilj 1. Sooblikovanje, razvoj in zagotavljanje mehanizma digitalnih dvojčkov, ki poenostavlja in pospešuje razvoj kompleksnih digitalnih dvojčkov, prilagojenih posameznim aplikacijam, kar koristi raziskovalcem, podjetjem in civilni družbi.

Cilj 2. Sooblikovanje načrta arhitekture “Digital Twin Engine” (DTE), ki zagotavlja konceptualni okvir za razvoj DT, ki podpira interoperabilnost, zmogljivost, prenosljivost in natančnost

Cilj 3. Razširitev tehničnih zmogljivosti evropskega odprtega znanstvenega oblaka z orodji za modeliranje in simulacijo, integriranimi v računalniško platformo.

Cilj 4. Zagotavljanje zaupanja in ponovljivosti v znanosti s kakovostjo, zanesljivostjo in preverljivostjo rezultatov digitalnih dvojčkov.

Cilj 5. Predstaviti združevanje podatkov s kompleksnimi tehnologijami modeliranja in napovedovanja

Cilj 6. Poenostaviti razvoj aplikacij DT z orodji za upravljanje delovnih tokov umetne inteligence in modela življenjskega cikla ter hkrati okrepiti prakse odprte znanosti

interTwin Specifični Cilji

interTwin - primeri uporabe

https://www.intertwin.eu/use-cases/

Primeri: Klimatske raziskave in okolje

Detekcija ciklonov
CMCC, CNRS, Univ. of Trento

Generiranje map za napovedi požarnih tveganj
CMCC, CNRS, Univ. of Trento

Zgodnja opozorila o ekstremnih dogodkih
Deltares, EURAC, Technical Univ. of Wien

Vpliv ekstremnih dogodkov
CERFACS, EURAC, Deltares

DT - Tropski cikloni in požari

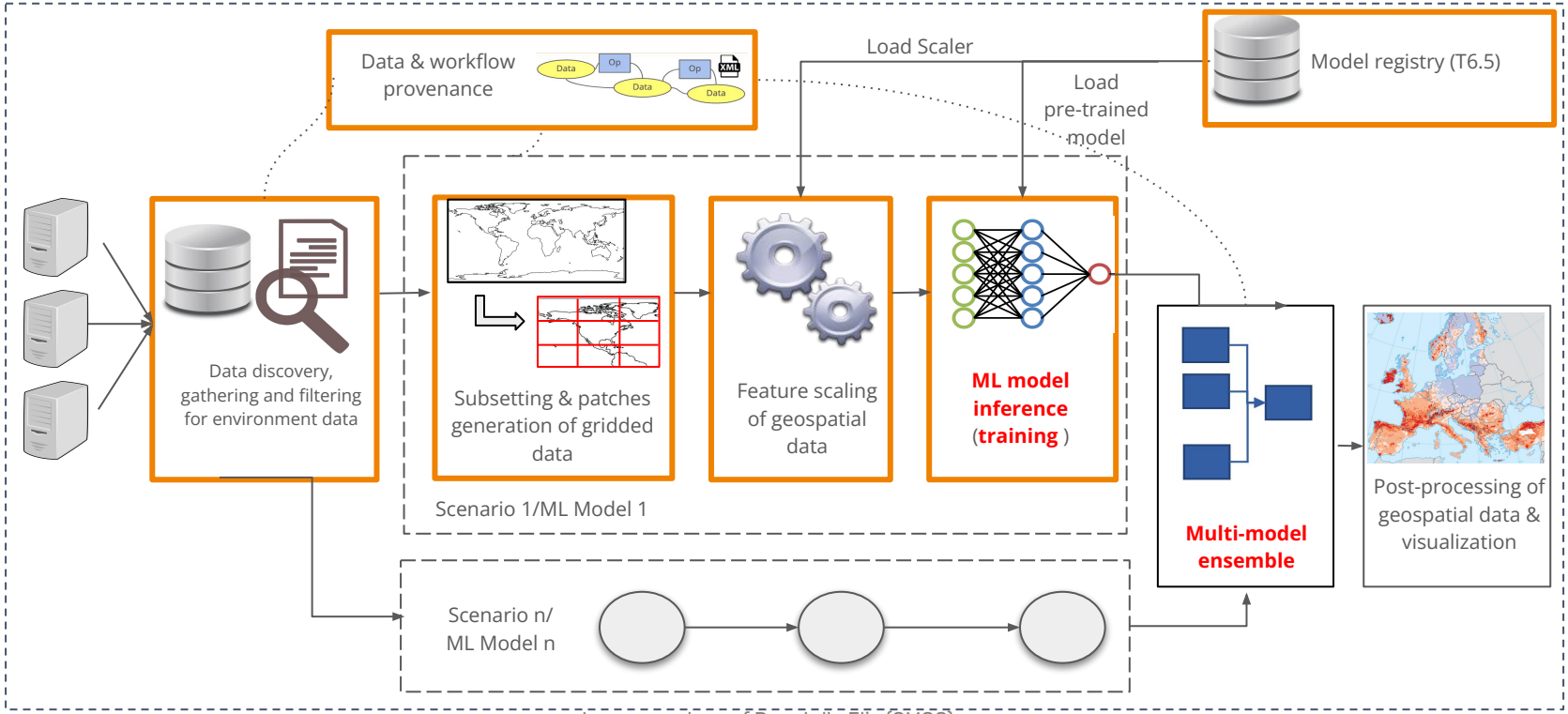
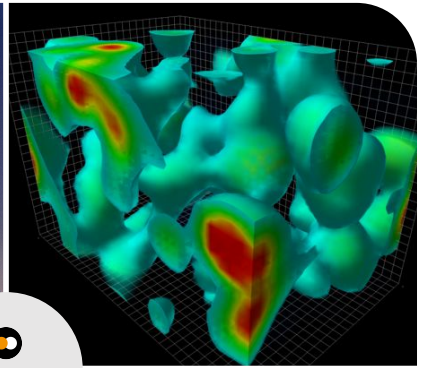


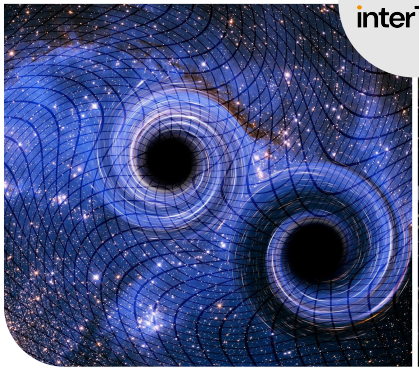
Image courtesy of Donatello Elia (CMCC)

Primeri: fizika

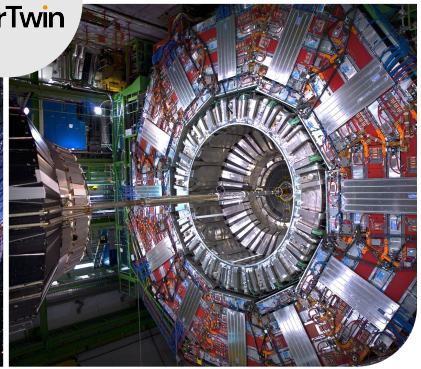
Radio astronomija
Simulacija šuma DT
Univ. of Heidelberg, Max Planck Society



QCD na mreži
Simulacija DT
CSIC, ETHZ, CNRS



VIRGO Gravitacijski valovi
Interferometer DT
INFN



Fizika visokih energij
Simulacija detektorja DT
CERN, CNRS

DT detektorja delcev

Prototip detektorja & optimizacija

“Data-driven” orodja, ki simulirajo odziv detektorja z integriranimi pogoji obratovanja iz testnih postavitev (testni žarek)

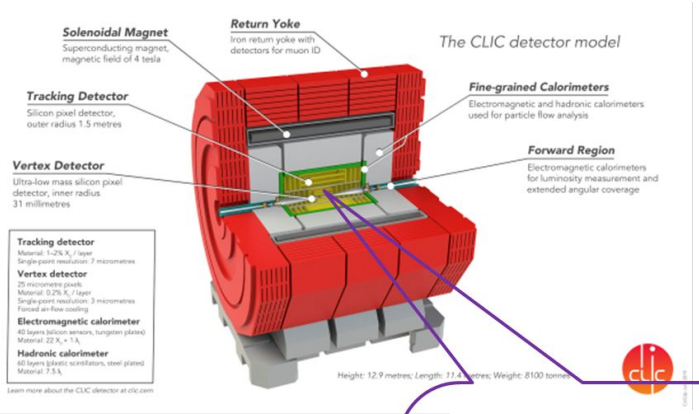
Strojno učenje v realnem času

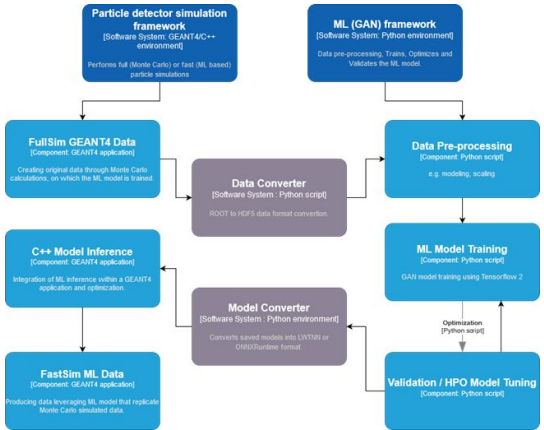
Prilagoditev detektorjev in konfiguracije zajema podatkov glede na pogoje obratovanja (run conditions)

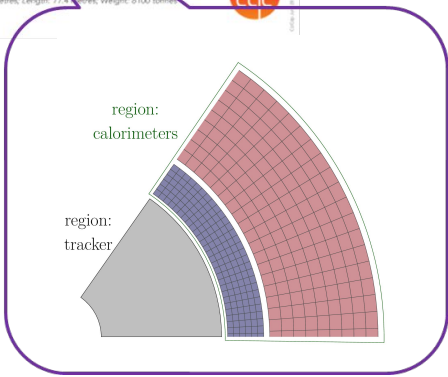
Preverjanje kvalitete in validacija ogrodja

Modeliranje konvergence in zanesljivosti generiranih podatkov - monitoriranje

Razvoj okolja za preverjanje simuliranih vzorcev v sodelovanju s skupnostjo fizike visokih energij







Images courtesy of Kalliopi Tsolaki (CERN)

Časovnica

Leto 1

Zaključeno

05 - 06.2023 — **Načrti in specifikacije DTE**

Rezultati: Poročilo o zahtevah za vse primere uporabe in specifikacije

DTE načrt arhitekture

Rezultati: DTE načrt arhitekture in specifikacije funkcionalnosti in analiza zahtev

08.2023 — **DT načrt aplikacij**

Rezultati: Prvi načrt arhitekture in zmogljivosti DT

Leto 2

Zaključeno

11-12.2023 — **Programska oprema**

Rezultati: programska oprema za vse primere uporabe in module

01.2024 — **DTE načrt arhitekture II**

Rezultati: DTE načrt arhitekture in specifikacije funkcionalnosti in analiza zahtev V2

04.2024 — **Preverjanje**

Deliverables: DT application development and integration report

09.2024 — **Design and specifications II**

Deliverables: Updated report on requirements for all use cases

Project Year 3

Sedaj!

10.2024 — **DTE načrt arhitekture III**

Rezultati: DTE načrt arhitekture in specifikacije funkcionalnosti in analiza zahtev V3

01-04.2025 — **Programska oprema II**

Rezultati: Končna verzija programske opreme za vse primere uporabe in module

07-08.2025 — **Preverjanje II**

Rezultati: Poročilo o razvoju in integraciji aplikacij DT
Poročilo o konceptih arhitekture programske opreme na podlagi DestinE in InterTwin
Končna zasnova arhitekture zmogljivosti DT

2023

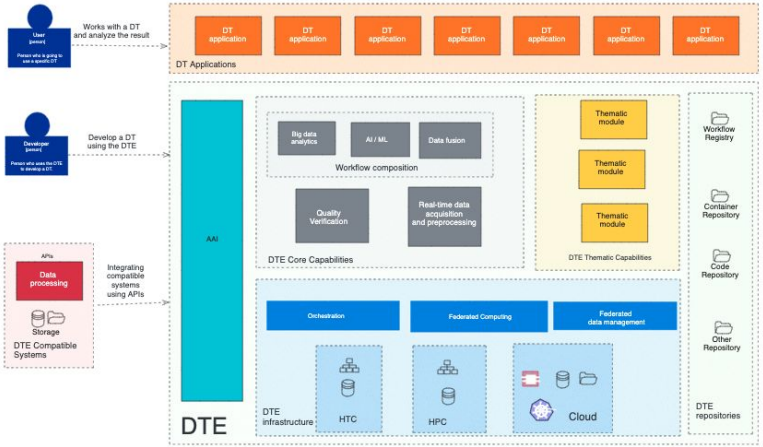
2024

2025

DTE Blueprint and co-design

- Second version of the Blueprint architecture and design specifications is available in Zenodo

- Final version is planned for Q4 2024

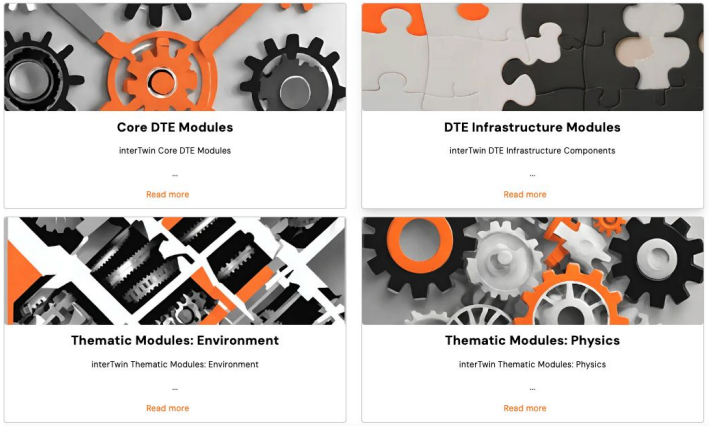


It also includes the analysys of relevant initiatives and projects (*Destination Earth, EOSC, ESCAPE, C-Scale, Digital Twin Consortium and EU Data Spaces, DT-GEO and BioDT*) to identify potential architectural components that can be incorporated within the interTwin context and where interoperability is desirable.

interTwin DTE Prva izdaja

interTwin DTE prva izdaja programske opreme dosegljiva na https://www.intertwin.eu/intertwin-digital-twin-engine/

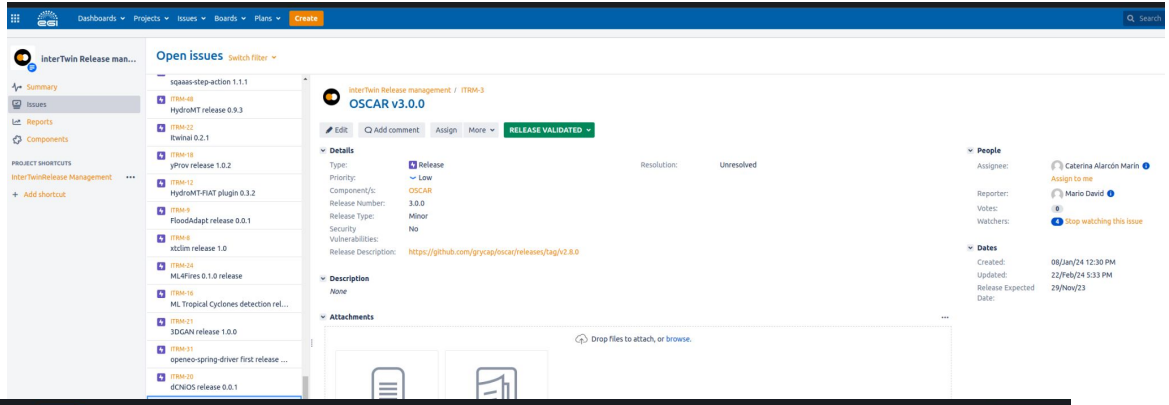
- 38 komponent
- Razvoj novih komponent in razširitev obstoječe programske opreme
- https://github.com/interTwin-eu

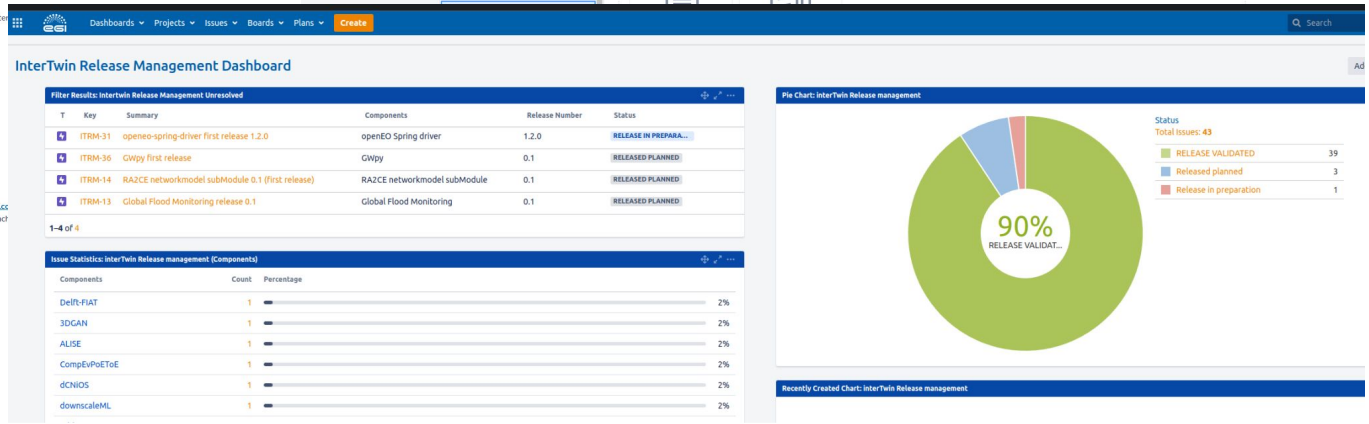


interTwin DTE First Release

EOSC-Synergy SQA badges:

- 7 components earned a Bronze badge
- 1 earned a Silver badge
- **1 has earned a Gold badge**





DTE Jedrne komponente

Automated DT Validation in connection with workflow provenance

Distributed data analysis embedded with specific workflow tools

Connecting Real-time data with serverless processing

Quality Verification

Workflow Composition

Big Data Analytics

AI / ML

Data fusion

Real-time data acquisition and processing

Standardized deployment of Big Data Analytics tools

Generic ML / AI training framework with support to workflow management and model validation

DTE Infrastrukturne komponente

Vega EuroHPC
Razvoj, validacija, testiranje na velikem vzorcu podatkov

AAI

Elaborate deployment requests and use AI to find the best deployment strategies

INDIGO-DC PaaS Orchestrator

Enable complex simulation and modelling tasks to access different compute facilities, implementing also **transparent offloading** to HPC

openstack. kubernetes

ESCAPE Data Lake architecture and services, **Rucio**, **FTS** and HTTP accessed caches/storages.

FTS dCache RUCIO

Software

Orchestrator	Federated compute	Federated data management

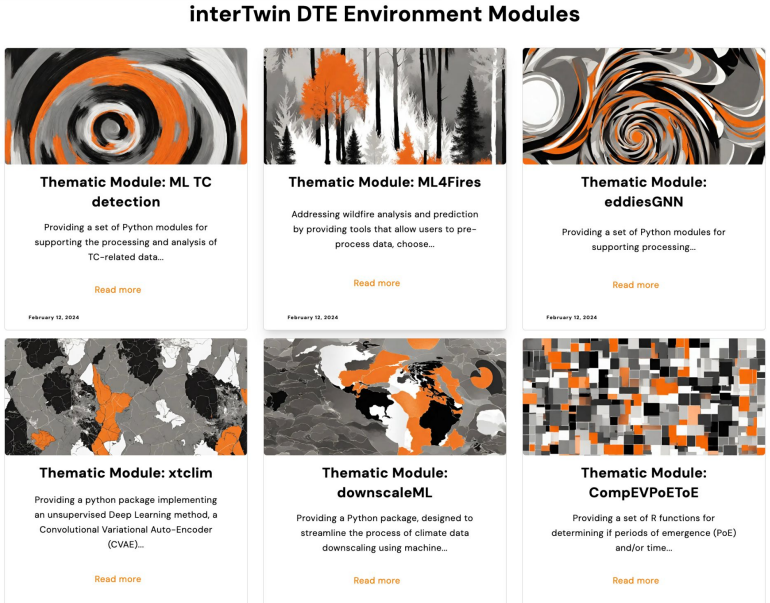
Hardware

HTC	HPC	Cloud	Data Repositories

DTE Tematski moduli za okolje

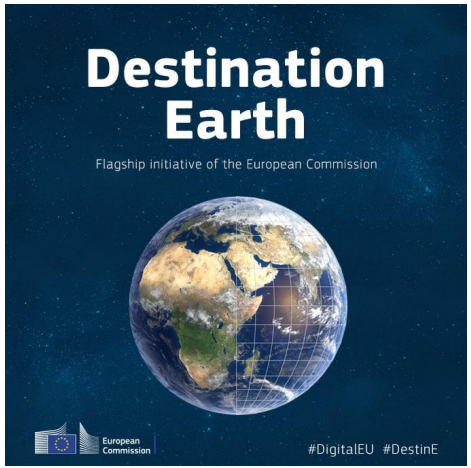
Tematski moduli za okolje
primeri:

- Zbiranje, filtriranje, čiščenje, usklajevanje in dopolnjevanje podatkov.
- Obdelava vektorskih podatkov, filtriranje in usklajevanje podatkov vremenskih postaj
- Zmanjševanje velikosti podnebnih podatkov z uporabo strojnega učenja
- Ustvarjanje zbirk STAC iz rastrskih podatkovnih nizov



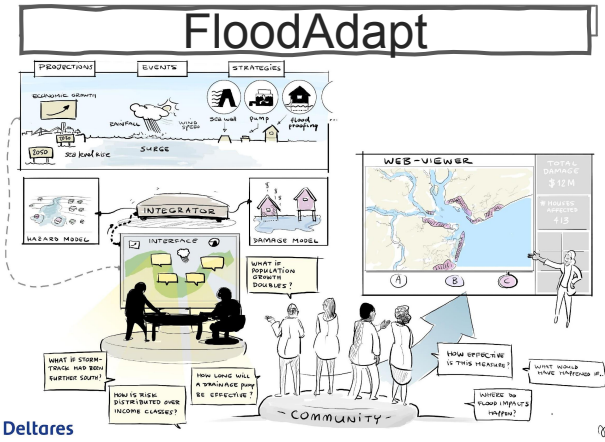
Interoperability & Link with DestinE

interTwin has a dedicated activity of piloting with **DestinE** thanks to **ECMWF** as member of the project



ECMWF

Pilots of data handling across interTwin and DestinE Data Lake and Climate DT are under implementation in collaboration with **DELTARES**



Zaključek

- Učinkovit proces sooblikovanja s primeri uporabe skupnosti, ki vodi do načrta arhitekture in komponent DTE
- Prva različica programske opreme DTE, nove komponente so na voljo v .https://github.com/interTwin-eu, Končna verzija v Q1/2025
- Transparentna integracija s ponudniki HPC za treniranje AI/ML in napredne simulacije, velik potencial za Tovarne Umetne Inteligence
- Prve aplikacije DT v Q2/2024, končni prototipi v Q2/2025
- Nekatere komponente razvite v interTwin so že vključene v projekte HE s pričetkom v 2025.