FSM MARITIME ECOSYSTEM DIGITAL TWIN (FSM-MEDT)

Dosar de prezentare științifică și funcțională | v3.0 RC1 RO/EN | Document editorial v2.0 | 18 noiembrie 2026

STATUT: Aplicație de cercetare în lucru, candidat demonstrativ (release candidate), supus verificărilor interne. Nu este un geamăn digital operațional, sincronizat cu un sistem fizic și validat științific. Acest dosar descrie funcțiile identificate în arhiva furnizată și direcția metodologică, fără a anticipa acceptarea finală.

1. Identitate, scop și loc în seria FSM

FSM-MEDT este ultimul instrument al seriei dezvoltate în cadrul programului deschis FSM. Este orientat către reprezentarea dinamică a componentelor, funcțiilor și interdependențelor unui ecosistem maritim; permite experimentarea propagării perturbărilor, a degradării continuității funcționale, a recuperării și a reconfigurării. Nu urmărește să repete bazele documentare ale MN – Dinamici strategice, simularea tactică a Maritime Atlas sau sinteza metodologică din FSM-SMEA.

Obiectivul pe termen lung este explorarea unei capacități de tip digital twin, condiționată de date reale adecvate, sincronizare, calibrare, evaluarea fidelității și validare. Versiunea v3.0 RC1 este o platformă demonstrativă locală, nu dovada atingerii acelui obiectiv.

2. Problema de cercetare și întrebările la care răspunde

• Cum se transmite o perturbare de la o componentă la alte componente și funcții prin relații declarate?

• Ce diferență există între disponibilitatea fizică a componentelor și continuitatea efectivă a funcțiilor prin substituire?

• Cum influențează întârzierile, persistența, reconfigurarea relațiilor și regulile de recuperare evoluția temporală?

• Ce efecte pot avea politicile concurente de alocare a unei capacități alternative limitate?

• Ce ipoteze, incertitudini și avertismente trebuie păstrate pentru interpretarea responsabilă a rezultatului?

3. Publicul vizat și valoarea potențială

Poate fi util cercetătorilor în sisteme complexe, securitate maritimă, reziliență și analiză strategică, specialiștilor în modelare și echipelor care doresc să compare ipoteze. În stadiul actual, utilizarea este exploratorie și educațional-metodologică: utilizatorul formulează un model explicit și investighează consecințele presupunerilor, fără a obține prognoze operaționale certe.

4. Domeniul demonstrației multisectoriale

La pornire, arhiva include demonstrația fictivă „Black Sea Maritime Ecosystem – Multisectoral Demonstration”, cu 25 de componente, șase subsisteme și șapte funcții. Datele și configurațiile sunt ilustrative, fără coordonate reale obligatorii. Pot fi definite ecosisteme proprii, componente noi, subsisteme, funcții și relații. Aceasta nu reprezintă o bază de observații despre starea reală a Mării Negre.

5. Modelul ecosistemului

• Componente: identitate stabilă, categorie, subsistem, baseline, sursă, incertitudine și apartenență la una sau mai multe funcții.

• Relații: tip funcțional, informațional sau instituțional; sens, activare, valabilitate, pondere, întârziere și proveniență.

• Mod numeric ori descriptiv: relațiile instituționale rămân descriptive; numai legăturile configurate explicit numeric pot propaga efecte cantitative.

• Vizualizare: graf și hartă schematică cu filtre pentru subsisteme, funcții și tipuri de legături; lipsa coordonatelor conduce la reprezentare schematică.

6. Simulare statică și evoluție temporală

Modelul include două convenții de propagare statică: A (contribuția maximă) și B (cumulare controlată de tip noisy-OR între surse independente). Cronologia permite T0, orizont, pas temporal, evenimente programate, întârzieri, activări și schimbări temporare ale ponderilor, instantanee și comparații. Persistența P1/P2/P3 reprezintă trei reguli declarate de încetare, reziduu sau disipare liniară a efectului. Configurația relației se evaluează la momentul intrării contribuției pe acea relație, nu retroactiv.

Traseele de propagare indică sursa, calea, momentul și contribuția modelată. Ciclurile și numărarea repetată a aceleiași surse sunt tratate prin convențiile motorului; aceste convenții nu constituie demonstrația unei cauzalități fizice observate.

7. Recuperare, reziliență și elasticitate funcțională

Sunt disponibile reguli de recuperare liniară, etapizată și condiționată, cu cerințe multiple ALL/ANY evaluate pe instantaneul anterior. Sunt modelate substituția capacităților, concurența cererilor, plafoanele pe funcție și politicile de distribuire: fără substituire; prioritate; proporțional fără redistribuire; proporțional cu redistribuire iterativă și plafoane. Comparația A/B/C/D se aplică aceleiași stări și acelorași cereri într-un moment selectat.

Pragurile minime de continuitate și duratele maxime tolerate pot fi definite pentru fiecare funcție. Sunt urmărite episoadele de întrerupere și restabilire, însă durata este discretizată pe grila temporală configurată. Regulile și pragurile sunt ipoteze ale cercetătorului, nu standarde maritime certificate și nici validări automate ale MSR/MSEL.

8. Dosarul de cercetare și guvernanța informației (RC1)

Versiunea RC1 permite crearea și denumirea dosarului, salvarea explicită de versiuni și instantanee (maximum 30 per dosar), redeschiderea și restaurarea, export/import JSON și raport HTML imprimabil. Observațiile documentate includ sursă, dată, încredere, incertitudine și decizie de acceptare sau respingere. Există separare explicită între referință, observat, modelat, simulat și istoric.

Acceptarea unei observații nu actualizează automat baseline-ul ori calibrează motorul. Stratul „modelat” corespunde ipotezei de referință declarate, nu unei estimări independente. Rezultatele simulate importate sunt eliminate pentru recalculare; importul invalid nu trebuie să modifice dosarul activ. Copia JSON este backupul independent de stocarea browserului.

9. Analiză de sensibilitate, rapoarte și bilingvism

Interfața RC1 oferă raport local imprimabil și o analiză ilustrativă de sensibilitate care variază intensitatea perturbărilor cu ±5 puncte procentuale, fără modificarea modelului. Pachetul este RO/EN. Rezultatele trebuie citite la nivelul componentelor și funcțiilor: nu există un indice global demonstrat de securitate maritimă, iar procentele normalizate nu sunt echivalente cu capacități fizice în MW, tone sau alte unități reale.

10. Raportul cu celelalte instrumente FSM

Instrument	Contribuție proprie	Relația urmărită cu MEDT
MN – Dinamici strategice	Date, surse și contextualizarea dinamicilor maritime	Poate furniza ulterior observații și referințe documentate pentru modele; conexiunea automată nu este implementată în RC1.
FSM Maritime Atlas	Simulare tactico-operațională a acțiunilor și incidentelor	Poate genera scenarii sau rezultate utile definirii perturbărilor modelate; nu există integrare funcțională automată în RC1.
FSM-SMEA	Dosar de interpretare strategică prin metodologia ESM	Poate folosi pe viitor efecte dinamice și comparații pentru analiza strategică, cu păstrarea ipotezelor; schimbul direct nu este implementat în RC1.
FSM-MEDT	Modelare dinamică a interdependențelor, continuității și adaptării	Capacitate complementară, ultima în seria de instrumente, nu înlocuitor al celorlalte.

În arhitectura țintă, circulația ar fi: cunoaștere documentată → dosar și ipoteze → scenarii tactice / perturbări de sistem → modelare dinamică → interpretare strategică și reevaluare. Fluxul reprezintă o viziune de interoperabilitate, nu o integrare certificată în versiunea RC1.

11. Relația cu cele opt concepte FSM

MEDT poate oferi suport experimental pentru cartografierea interdependențelor (MSE), explorarea propagării/convergenței (MSC), investigarea continuității (MSR) și a reconfigurării (MSEL). Rezultatele sale ar putea alimenta interpretarea realizată prin MSCoG, MCS, MSCF și IMSA în analiza integrată. Indicatorii software nu validează de la sine niciunul dintre cele opt concepte: valoarea metodologică necesită justificare, confruntare cu cazuri și verificare independentă.

12. Stadiul implementării și al verificărilor

Element	Situație consemnată pentru v3.0 RC1
Implementat în pachet	Motor static și temporal; relații multisectoriale; substituire și politici de alocare; continuitate; dosar versionat; observații cu decizie; raport HTML; export/import JSON; sensibilitate.
Teste executate	La 17 noiembrie 2026: 37 de teste ale motorului de bază și 9+15+18+6 teste de extensii, toate trecute; verificări de sintaxă. Fluxuri esențiale parcurse în Chromium în memorie. Suitele numerice incluse au fost reluate pentru această documentare, cu rezultate pozitive.
Verificări rămase	Persistență reală după repornirea browserului, import invalid prin interfață, compatibilitate între browsere, dosare mari și limite de stocare, recuperare la întreruperi, accesibilitate, audit integral RO/EN, calibrare și validare științifică.
Neimplementat în RC1	Sincronizare cu infrastructură reală, surse live, integrare directă cu alte instrumente FSM, autentificare și multiutilizator; funcționează offline, individual.

13. Exemplu orientativ de aplicare

Cercetătorul poate construi un ecosistem portuar fictiv cu terminal, acces maritim, energie, comunicații și servicii de intervenție; documentează interdependențele și introduce o perturbare. Compară evoluția funcțiilor în timp, condițiile de recuperare și efectul unor capacități alternative concurente. Poate păstra ipotezele, revizui dosarul și exporta rezultatele pentru interpretare. Exemplul demonstrează un flux de utilizare posibil, nu un rezultat empiric pentru un port real.

14. Limite epistemice și condiții pentru evoluția către un Digital Twin

• Conectarea la surse observaționale verificabile, cu reguli de actualizare, proveniență și controlul calității.

• Calibrare și validare a relațiilor de model, întârzierilor, parametrilor și predicțiilor față de observații independente.

• Mecanism verificabil de sincronizare a stărilor fizice și digitale, cu evaluarea fidelității și a erorilor.

• Interoperabilitate controlată cu dosarele și aplicațiile FSM, păstrând versiuni, parametri, surse și incertitudini.

• Testarea funcționării persistente într-un browser real și în condițiile de utilizare asumate.

14A. Cum trebuie prezentat instrumentul publicului în etapa actuală

Formulare recomandată: „FSM-MEDT este instrumentul experimental de modelare dinamică a ecosistemului strategic maritim, aflat în dezvoltare și verificare internă; permite cercetătorului să construiască modele cu funcții și interdependențe, să simuleze efecte în cascadă, să examineze continuitatea, recuperarea și reconfigurarea, și să compare ipoteze în dosare versionate. Nu reprezintă încă un geamăn digital al unui sistem maritim real”.

Ce poate decide cititorul: este potrivit pentru explorarea unor modele explicite și a unor ipoteze despre propagare și reziliență. Nu este potrivit, în această ediție, pentru monitorizare live, evaluarea stării reale a unui port, predicție certificată ori operarea în echipă sincronizată. Astfel, utilitatea de cercetare este prezentată fără promisiuni operaționale.

14B. Aportul lui MEDT la închiderea arhitecturii FSM

MN răspunde la ce știm, Atlas la cum evoluează un scenariu tactic, SMEA la ce înseamnă strategic, iar MEDT la cum se propagă și persistă dinamic efectele între funcțiile ecosistemului. MEDT este ultimul instrument al seriei în ordinea dezvoltării documentației, dar nu ultima verigă obligatorie într-un flux tehnic deja conectat: integrarea sa automată cu celelalte programe rămâne obiectiv de cercetare.

15. Concluzie și decizie editorială

FSM-MEDT completează seria instrumentelor FSM printr-o dimensiune nouă: modelarea dinamică a interdependențelor și a continuității funcționale. Arhiva v3.0 RC1 oferă o bază demonstrativă substanțială pentru investigarea ipotezelor și dezvoltarea metodologiei, însă rămâne în lucru. Prezentarea publică trebuie să specifice limpede că nu este sincronizat cu un ecosistem real și că verificarea științifică nu este încheiată. Acest dosar constituie versiunea editorială de referință 2.0, revizuită transversal; va fi actualizată în urma verificărilor interne și a validării științifice.

16. Surse și trasabilitate

Sursa primară: arhiva furnizată „FSM-MEDT-v3.0-RC1-RO-EN(1).zip”, inclusiv README_RC1_RO_EN.md, CONTRACT_JSON_3_0_RC1.md, RESEARCH_WORKFLOW_RO_EN.md, TEST_RESULTS_RC1.md, DEFERRED_RC1_RO_EN.md, documentația versiunilor anterioare și fișierele aplicației. Referință conceptuală: documentul FSM „De la Ecosistemul Strategic Maritim la analiza maritimă integrată”, noiembrie 2026. Stadiul descris privește exclusiv pachetul furnizat la 18 noiembrie 2026.