

**Defensible Smart Cities:
A System-of-Systems approach for vertically
integrated spaces**

Scientific coordinator:

Prof. Dr. Eng. Adrian V. GHEORGHE

PhD Candidate:

Eng. Ulpia-Elena BOTEZATU

September 2022

Rezumat

Orașele inteligente ale Occidentului sunt la fel de vulnerabile la întreruperi și eșecuri generate în spațiul cosmic ca și statele-națiune. Această cercetare de doctorat provoacă gândirea academică tradițională, uni-disciplinară, despre guvernarea (in)securității atât în studiile urbane, cât și în politicile spațiului cosmic, în încercarea de a o îmbunătăți și de a o actualiza în conformitate cu modalitățile de percepție spațială din științele sociale (așa-numitul “spatial turn”). Această cercetare dezvoltă o înțelegere relațională, multi-, inter- și transdisciplinară a guvernării securității care implică atât elemente ale spațiului cosmic, cât și ale spațiului urban, pentru a înțelege mai bine securitatea ca procese socio-spațiale prin practici de protecție a infrastructurii critice. În special, cercetarea încearcă să transmită recomandări la nivel de oraș cu privire la modul în care evenimentele din spațiul cosmic le-ar putea afecta. Prin reconstrucția câtorva evenimente foarte perturbatoare din spațiul cosmic, și anume coliziunea dintre Iridium 33 și Cosmos 2251, testele ASAT ale Cosmos 1408 și FY-1C, precum și reintrarea în atmosfera a corpului rachetei Long March-5B, cercetarea pune în lumină interconexiunile complexe dintre orașe și infrastructurile și serviciile critice aflate în spațiului cosmic.

Guvernarea securității, definită ca un proces de interacțiuni prin legile, norme, jocuri de putere și limbajul unei societăți organizate, este un proces socio-spațial care leagă sistemele-de-sisteme de fragmente materiale și nemateriale, instituții și practici, cu diverse logici, intenții, percepții, limbaje și cu diferite istorii, pe care cercetarea actuală încearcă să le dezlege și să le pună în valoare. Prin utilizarea practicilor de securitate asociate conceptului de protecție a infrastructurii critice care conectează atât sfera urbană, cât și spațiul cosmic, cercetarea demontează complexitățile guvernării contemporane a securității pentru a identifica soluții de îmbunătățire. Astfel, cercetarea contribuie la dezbaterile în curs privind spațializarea practicilor de securitate prin completarea activității academice în domeniul guvernării urbane. Securitatea urbană, ca o nouă logică spațială bazată atât pe flux și conectivitate pe de o parte, cât și pe deconectare și întreruperi ca cealaltă față a aceleiași monede, reprezintă un proces în care formele urbanizate ale politicii exterioare și formele mai spațializate de guvernare urbană sunt reciproc constitutive. Cu alte cuvinte, reziliența urbană se bazează în mare măsură pe aceste relații reciproce dintre orașe și spațiul cosmic.

Capitolul 1

Cercetarea începe cu stabilirea contextului și adăugarea unui accent pe definiții, context, teorii și concepte aplicate în legătură cu guvernarea securității și protecția infrastructurii critice. Imaginați ale orașelor dezvoltate ca un sistem gigant de sisteme compus din rețele de oameni, elemente tehnice, instituții, interconexiuni și intersecții ale infrastructurilor de sistem și interese ridica întrebări critice cu privire la ce se întâmplă dacă toate aceste sisteme „inteligente” eșuează?

Spațiul cosmic începe chiar în orașele noastre. Din punct de vedere fizic, fiecare loc sau individ de pe Pământ se află la doar 100 de kilometri distanță de el. Operațional, tehnologia spațială îmbunătățește semnificativ fațetele vieții noastre, cu aproximativ 2.000 de sateliți operaționali care oferă o gamă largă de servicii care măresc mediul nostru într-o varietate de moduri, de la

sistemele GPS din mașinile noastre până la prognoza meteo zilnică. În cazul unei întreruperi neintenționate sau naturale, aceste servicii critice, sau mai degrabă lipsa acestora, servesc și ca o reprezentare a fragilității noastre colective.

În același timp, populația urbană globală crește acum cu 60 de milioane de oameni anual. Se anticipează că aproape 61% din cele 8,1 miliarde de oameni de pe planetă vor locui în orașe până în anul 2030. Până în 2050, acest număr va crește la 9,7 miliarde, iar până în 2100, va ajunge la 11,2 miliarde. Orașele devin din ce în ce mai populate și, ca urmare, rețelele de utilități care susțin acum viața contemporană devin din ce în ce mai largi și complexe. Cercetătorii și factorii de decizie sunt forțați să inoveze într-un ritm mult mai rapid ca urmare a relației dintre urbanizare, îmbunătățirea standardelor de viață și progresul tehnologic. Zonele urbane devin „inteligente”, un proces care utilizează tehnologii digitale pentru a face rețelele și serviciile existente mai eficiente atât pentru rezidenți, cât și pentru întreprinderi, pentru a aborda provocările urbanizării contemporane.

Cealaltă parte a conectivității sporite este vulnerabilitatea crescută. Ulterior, pericolul oricărui fel de atacuri, inclusiv cibernetice, este inevitabil în mediul urban tehnologic avansat în care locuim în prezent. Similar altor componente ale infrastructurii digitale esențiale, sateliții și alte active spațiale sunt susceptibile la atacuri cibernetice. Din această cauză, infrastructura cheie de pe Pământ ar putea fi serios în pericol și, ca urmare a problemelor de insecuritate în mediul spațial, orașele ar putea fi împiedicate în creșterea lor economică, pe lângă preocupările crescânde ale societății. Atacurile asupra sateliților ar putea viza misiunile lor, sistemele de comandă și control sau infrastructura terestră, cum ar fi centrele de control prin satelit. Rețelele utilizate pentru comunicare pot fi blocate, falsificate sau deturnate de aceste atacuri. Operațiuni militare de la stat la stat, elemente criminale organizate bine finanțate care caută câștiguri financiare, grupuri teroriste care caută să-și promoveze cauzele, chiar și până la stadiul fatal al coliziunilor de sateliți în cascadă, precum și hackeri singuratici care doresc să-și arate abilitățile sunt câteva exemple a potențialelor amenințări cibernetice împotriva sistemelor spațiale.

Dar, pe lângă mijloacele electronice de război, sunt și atacuri fizice asupra infrastructurilor spațiale vitale. Un exemplu este testarea armamentului anti-satelit, adică atunci când o națiune lansează o rachetă balistică în spațiu cu intenția de a lovi unul dintre bunurile sale pentru a măsura redundanța și robustețea aceluia satelit. Ținta este fragmentată în multe părți de diferite dimensiuni, care ar putea apoi să afecteze alte infrastructuri spațiale critice, inducând eșecuri în funcționarea serviciilor urbane, care ar putea declanșa și mai multe perturbări în sistemul complex de sisteme.

Astfel, această cercetare susține că guvernarea securității în zonele urbane ar trebui să fie îmbogățită cu un strat care abordează infrastructurile și serviciile critice din spațiul cosmic și impactul acestora la nivelul orașului, pentru a crea un oraș inteligent și rezistent. În plus, securitatea urbană și securitatea spațiului sunt reciproc constitutive în orașele inteligente ale Occidentului, datorită nivelului ridicat de integrare și interconectivitate. Prin urmare, zonele „apărăbile” din orașele occidentale ar trebui să includă aspecte ale securității spațiale.

În ceea ce privește interconexiunile și interacțiunile lor, există un decalaj de studiu atunci când securitatea în orașe și în spațiul cosmic sunt discutate împreună. Deși, ca teme separate, aceste arii de studiu au o vastă literatură de referință, contopirea celor două, începând cu nivelul perceptiv, terminologia și sintaxa în definiții, nivelurile de analiză, și terminând cu modalitățile în care relația dintre aceste sisteme-de-sisteme sunt înțelese, nu sunt studiate.

Istoric, securitatea urbană a fost asociată cu criminologia, delincvența și alte tipuri de devianță prezente în zonele urbane. Pe de altă parte, argumentele privind (in)securitatea spațiului cosmic se bazează în prezent pe diferențierea între „militarizarea” și „armarea” acestuia. Drept urmare, această cercetare și-a găsit pământul fertil în acest decalaj dintre securitatea urbană și cea spațială. Nu există suficientă literatură care să conecteze o formă extrem de internă de securitate și apărare (securitate la nivel de oraș) și o abordare antipodă națională și globală a operațiunilor militare în spațiul cosmic. În cele din urmă, această cercetare susține că o formă urbanizată de politică spațială și o formă mai specializată de guvernare urbană sunt necesare pentru a construi un viitor urban mai bun, mai durabil și mai rezistent pentru umanitate.

Această cercetare de doctorat încearcă să îmbunătățească înțelegerea actuală a guvernării urbane, aducând perturbări și defecțiuni în infrastructurile esențiale ale spațiului cosmic în centrul politicii de securitate urbană. Acest lucru este necesar din cauza tradițiilor îndelungate ale gândirii uni-disciplinare academice și, prin urmare, a necesității de a îmbunătăți guvernarea securității în conformitate cu transformările societale contemporane.

Spațiul este unul dintre aspectele verticale ale guvernării securității, împreună cu infrastructura subacvatică și alte active ascunse. Pentru protecția continuă a activelor critice și a conexiunilor acestora, este esențial să includeți dimensiunea verticală atunci când vorbim despre securitate. Securitatea spațială este direct legată de bunăstarea comunităților locale, la fel ca securitatea cibernetică. Consumatorii sunt adesea afectați imediat atunci când chiar și o componentă a acestui spectru de servicii spațiale eșuează. Putem folosi ca exemplu pierderea capacităților de supraveghere esențiale care are loc în timp ce se desfășoară o catastrofă naturală. Această componentă a securității este vitală în strategiile moderne de securitate datorită vitezei și amplitudinii deteriorării operaționale a sistemului.

Acum este momentul să ne lărgim perspectivele atât în abordări multidisciplinare, cât și transdisciplinare. Deși este considerat în mod tradițional domeniul astrofizicienilor, riscurile actuale și interconexiunile care susțin civilizația contemporană ce combină infrastructurile vitale de la sol cu cele din spațiu pentru a oferi servicii esențiale, fac din spațiu un domeniu pentru specialiștii în securitate. Deoarece multe domenii sunt interconectate și interdependente, este esențial să ne obișnuim cu un mod de gândire mai holistic, care nu se limitează la anumite discipline academice sau sfere de viață.

Astăzi, complexitatea pătrunde în fiecare aspect al vieții noastre. Înțelegerea strategiei și a tacticilor la toate nivelurile – de la consensul global la sectorul local, de la entitățile guvernamentale la întreprinderile comerciale de pretutindeni – pare să aibă nevoie de o perspectivă din ce în ce mai „complexă” a realității. Cu toate acestea, scopul acestei dezbateri este de a aduce în discuție noțiunea de complexitate în conversațiile despre infrastructurile critice

din orașele inteligente și din spațiul cosmic, mai degrabă decât să teoretizeze despre abordările de management al complexității.

Capitolul 2

Capitolul 2 rezumă analiza literaturii de specialitate privind guvernanta securității atât în orașe, cât și în spațiul cosmic.

Datorită naturii sale multidisciplinare, transdisciplinare și interdisciplinare, această cercetare examinează mai multe serii de literatură de specialitate. Cu toate acestea, deoarece administrarea securității în orașele inteligente este principalul domeniu de cercetare, analiza literaturii de specialitate este împărțită în trei categorii și este prevăzută în acest capitol: dezvoltarea istorică și semnificația securității urbane vor fi discutate mai întâi, după care vor fi abordate tradiția de „spațiul defensabil” în studiile urbane și guvernarea securității. În al doilea rând, s-a discutat evoluția securității spațiale, acordând un accent deosebit modului în care securitatea spațială este guvernată prin evidențierea conceptului de Cunoașterea Situației Spațiale (Space Situational Awareness). În cele din urmă, cercetarea folosește ideea de infrastructură critică pentru a conecta cele două niveluri separate de analiză, deoarece, din perspectiva guvernantei, orașele și spațiul cosmic se află la planuri diferite de luare a deciziilor politice.

O singură disciplină nu poate cuprinde ideea de „oraș inteligent”. Toate domeniile academice, inclusiv inginerie, studii urbane, sociologie, economie, drept și informatică, joacă un rol în succesul sau eșecul „smartificării” orașelor, de la economic, cercetare și dezvoltare și interacțiuni culturale până la locuință, mediu, și accesibilitate. În realitate, clasamentele idealiste sunt cele care alimentează orașele inteligente și, în acest moment, se poate vedea o întreagă industrie de organizații care compară și contrastează orașele, ceea ce inspiră audiențele la acțiune, ambiție și progres.

Din punct de vedere istoric, securitatea urbană a fost legată de conceptul de spațiu defensibil. Conceput de Oscar Newman drept „un mediu rezidențial ale cărui caracteristici fizice — aspectul clădirii și planul amplasamentului — funcționează pentru a permite locuitorilor înșiși să devină agenți cheie în asigurarea securității lor”, cele trei componente de design care alcătuiesc spațiul defensibil funcționează atât individual cât și împreună, după cum urmează:

- Teritorialitate: capacitatea mediului construit de a defini zone de influență teritorială;
- Supravegherea naturală: capacitatea mediului construit de a oferi oportunități de supraveghere naturală pentru rezidenți și agenții acestora;
- Imagine (image/milieu): capacitatea designului de a afecta modul în care este privit un proiect în termeni de singularitate, izolare și stigmatizare.

În înțelegerea sa inițială, teoria spațiilor defensibile (Defensible Space) a fost folosită pentru a reprojeta acele cartiere care erau considerate a fi problematice pentru autorități. Ulterior, s-a generalizat în marile orașe din Occident, de la New York la Londra și Paris în anii 1980, și în cele din urmă a dat naștere la diferite abordări teoretice, precum prevenirea criminalității prin

proiectarea mediului, prevenirea criminalității situaționale și securizarea orașelor prin proiectare, în criminologie. În special în Marea Britanie, teoria spațiului defensibil a devenit influentă în timpul erei politicii de locuințe extinse a lui Margaret Thatcher și, mai târziu, a constituit baza controversatei cărți a lui Alice Coleman *Utopia on Trial: Vision and Reality in Planned Housing* (1985). Elementele spațiului defensibil au fost introduse în politicile mai ample de reînnoire urbană care au fost inițiate în 2004. Paradigma „prevenirii situaționale” a devenit încorporată în alegerile de planificare făcute în zonele urbane sensibile. „Prevenirea situațională” franceză a apărut din lucrările lui Ronald V. Clarke (1995) privind prevenirea criminalității prin proiectarea spațiului construit.

Lucrările lui Oscar Newman la acea vreme au ajutat la reducerea decalajului dintre teoriile criminologice și măsurile preventive dinaintea anii 1970 și abordările mai practice și bazate pe politici de astăzi. Cu toate acestea, după cum susțin Jacobs și Lees, spațiul defensibil este mai mult decât un concept, este și „o metodă de producere a cunoștințelor replicată în spațiu și timp prin instanțe localizate”. Teoria este performativă, deoarece operează pentru a produce realitatea pe care o propagă, adică dacă designul urban rău promovează criminalitatea, designul urban bun contribuie la reducerea acesteia.

Cu toate acestea, având în vedere complexitatea zonelor urbane, atât în ceea ce privește rețelele de infrastructură, cât și propagarea amenințărilor și perturbațiile în cascadă, cum și-ar putea îmbunătăți orașele din Vest teoriile fundamentale ale construcției securității orașului? Întrucât autoritățile responsabile cu siguranța și securitatea publică trebuie să se adapteze la infrastructurile mai sofisticate și de înaltă tehnologie, datele din spațiul cosmic vor juca un rol din ce în ce mai vital în asigurarea siguranței și securității orașelor inteligente. Unde poate fi îmbogățită teoria spațiului apărabil cu elemente din spațiul cosmic? Cum pot fi definite, făcute vizibile și limitate amenințările care circulă prin rețelele invizibile care conectează serviciile și infrastructurile critice contemporane?

Orașele, ca fiind cele mai dense așezări atât ca număr de locuitori, cât și din perspectiva densității rețelelor de infrastructură, au fost întotdeauna expuse la numeroase crize de mediu, sociale și economice care au afectat semnificativ societățile noastre. Astfel, încercările de protejare a așezărilor s-au tradus cu timpul în găsirea de soluții mai eficiente, mai digitalizate, mai inteligente în acest sens și, desigur, supuse diferitelor amenințări și riscuri. Protecția a devenit astfel congruentă cu durabilitatea și mai recent cu reziliența.

Spre deosebire de spațiul din interiorul orașelor, securitatea spațiului cosmic a fost întotdeauna văzută ca o preocupare militară. Cu toate acestea, această perspectivă a fost extinsă în ultimul timp pentru a include următoarele trei aspecte ale securității spațiale: securitatea spațială (adică operațiuni militare și de securitate în spațiul cosmic), securitate în spațiu (adică securitatea activelor spațiale) și securitate din spațiu (adică protejarea infrastructurilor de la sol de mediul complex din spațiul cosmic).

Pe măsură ce tot mai multe națiuni folosesc activele spațiale pentru a sprijini diverse operațiuni militare, cum ar fi supravegherea, recunoașterea și colectarea de informații; poziționarea, navigarea și sincronizarea precise; comunicații strategice și tactice; și avertizare timpurie și

urmărire a rachetelor, probabilitatea unui război în spațiu este în creștere. În prezent, unele țări văd spațiul ca pe un câmp de luptă. În ciuda lipsei unor lovituri antisatelit ostile împotriva unui adversar, capacitatea de a distruge fizic sau de a interfera cu tehnologia spațială este dezvoltată și dovedită rapid.

În ciuda faptului că majoritatea populației lumii trăiește astăzi în zone urbane și că majoritatea tehnologiilor folosite în așa-numitele orașe inteligente se bazează pe infrastructura și tehnologia spațială, relația dintre spațiile urbane și cel cosmic nu este ușor evidentă. Această relație este deosebit de pertinentă și crucială atunci când vorbim despre preocupări de (in)securitate.

Mediul spațial nefavorabil, precum și incapacitatea de a interveni tehnic în cazul defecțiunii sistemelor spațiale, printre alți factori, trebuie luate în considerare atunci când se discută despre protecția infrastructurilor spațiale. În consecință, această secțiune analizează riscurile specifice ale spațiului cosmic în încercarea de a mapa impactul asupra infrastructurilor critice.

Vântul solar, care este alcătuit din particule care călătoresc de la Soare la Pământ, poate avea un impact asupra ionosferei, câmpului magnetic al planetei (care poate duce la aurore), telecomunicațiilor și rețelei electrice (în special la latitudini înalte). În plus, fluxul intens de particule și efectele magnetice au un impact asupra diferitelor programe și rute de zbor, precum și asupra comunicațiilor radio. În plus, soarele emite continuu vânt solar, care este format din plasmă. Vânturile din diferite părți ale soarelui au viteze și densități diferite, având deci impact diferit. Vânturile de mare viteză duc adesea la perturbări geomagnetice. Alte turbulențe geomagnetice pot apărea și atunci când vânturile solare rapide depășesc vânturile solare lente sau când câmpul magnetic al vântului solar inversează polaritatea.

De la suprafața Soarelui până la suprafața Pământului, vremea spațială poate apărea peste tot. O furtună spațială părăsește soarele și intră în vântul solar după ce trece prin coroană. Până ajunge pe Pământ, a energizat magnetosfera și a accelerat electroni și protoni către liniile câmpului magnetic, unde, în special la latitudini mari, se ciocnesc cu atmosfera și ionosfera. Diverse tehnologii sunt afectate de diferite aspecte ale vremii spațiale. Prin urmare, un eveniment natural are potențialul de a avea un impact negativ semnificativ asupra economiei și bunăstării societății de pe Pământ.

Sateții pot fi în pericol din cauza mediului însuși în spațiu, pe lângă potențialele coliziuni cu alte obiecte spațiale. Câmpul magnetic, atmosfera și suprafața Pământului sunt în cele din urmă afectate de o varietate de fenomene fizice și electromagnetice bazate pe soare, denumite generic „vreme spațială”. Aceste evenimente, care pot fi dăunătoare operațiunilor pe orbită și pe suprafața Pământului, includ erupții solare, vânt solar, furtuni geomagnetice și ejecții de masă coronală.

Fenomenul vântului solar este provocat de crearea continuă a sistemului solar de particule încărcate electric din soare. Radioul, infraroșul, lumina vizibilă, ultravioletele și razele X sunt doar câteva dintre lungimile de undă ale radiațiilor electromagnetice pe care le eliberează soarele. Petele solare, care pot duce la o mai mare emisie de vânt solar, sunt unul dintre numeroasele impacturi cunoscute sub numele de evenimente meteorologice spațiale care sunt cauzate de fluctuațiile intensității acestor emisii. Următoarea etapă este o furtună geomagnetică, care poate

crea aurore boreale și australe în circumstanțe mai severe și, în cele mai puțin intense, poate distruge echipamentele electrice.

Pe lângă evenimentele meteorologice spațiale, și obiectele din apropierea Pământului au fost discutate din perspectiva impactului lor asupra Pământului. Deși există o probabilitate extrem de mică ca un obiect uriaș să lovească Pământul, acesta ar putea totuși să provoace ravagii și victime. Chiar și doar privind populația de asteroizi a sistemului solar, gravitația a împărțit-o în mai multe subpopulații. Din acest motiv, deși toate planetele orbitează în jurul Soarelui, Centura Principală, care este situată între Jupiter și Marte, conține marea majoritate a acestora. Gravitația lui Jupiter modelează și stârnește Centura Principală, determinând unii asteroizi să părăsească complet Sistemul Solar, iar alții să fie îndreptați în direcția Soarelui pentru a interacționa gravitațional cu cele patru planete interioare. Unii dintre ei intră în atmosfera Pământului odată ce ajung pe orbite care îi apropie de planetă.

Ultima parte a acestei secțiuni se referă la deșeurile spațiale. Pe parcursul a 65 de ani de activitate spațială umană, a fost produsă o cantitate considerabilă de resturi spațiale - care sunt definite ca sateliți neoperaționali, trepte de rachetă uzate și alte fragmente create în timpul lansării și exploatării sateliților. Vechi sateliți, trepte de rachetă uzate, bucăți rezulate din dezintegrare, eroziune și coliziuni, inclusiv cele provocate de resturile în sine, sunt doar câteva exemple de lucruri abandonate create de om care pot fi descoperite în spațiul cosmic. Se creează mai multe

Fenomenele naturale precum radiația solară, asteroizii, alte nave spațiale și, desigur, resturile spațiale pot avea un impact asupra sistemelor spațiale în orice moment. Politica spațială internațională începe să acorde mai multă atenție riscului reprezentat de resturile spațiale. Acesta este un curs prudent de acțiune, având în vedere cantitatea tot mai mare de deșeuri spațiale. Crearea unui sistem de conștientizare a situației spațiale este unul dintre cele mai importante instrumente pentru îmbunătățirea securității și siguranței sistemelor spațiale în aceste condiții. Una dintre sarcinile principale ale unui astfel de sistem ar fi de a urmări infrastructura spațială critică, precum și resturile spațiale detectabile.

Infrastructurile spațiale critice sunt mai vulnerabile la exploatarea criminală din cauza complexității lor inerente. Chiar dacă guvernele naționale și publicul larg înțeleg importanța protejării infrastructurii spațiale critice, avantajele acțiunilor existente sunt relativ limitate atâta timp cât nu există acorduri oficiale. În general, autoritățile din SUA și UE au fost conștiente de această problemă și au început activități de protecție a acestor infrastructuri critice, deși într-o manieră foarte restrânsă în ceea ce privește aplicațiile și sistemele spațiale.

Este o provocare să înțelegem complet riscurile actuale de securitate pentru sistemele spațiale din cauza lipsei de studii academice și a clasificării frecvente a informațiilor privind evenimentele care dăunează infrastructurii critice. Cu toate acestea, această teză discută acțiuni responsabile în spațiu în legătură cu guvernarea orașului inteligent. În timp ce, conform legislației internaționale actuale, acțiunile responsabile în spațiu sunt apanajul statelor-națiune, iar guvernarea orașelor inteligente necesită o abordare la nivel local, această cercetare încearcă să facă vizibilă această legătură.

Fără îndoială, informațiile și serviciile oferite de tehnologia spațială sunt cruciale pentru succesul orașelor inteligente. Cu toate acestea, specificul acestei relații complexe și gradul acestei dependențe sunt subiectele principale ale acestui studiu. Capacitatea de a descrie mediul și activitățile spațiale este cunoscută sub denumirea de conștientizare a situației spațiale (SSA), care implică monitorizarea obiectelor spațiale folosind atât senzori de la sol, cât și din spațiu, cum ar fi radarele sau telescoapele optice. Orbitalele obiectelor spațiale sunt stabilite și cursurile viitoare sunt prezise folosind o combinație de date de urmărire de la diferiți senzori. Caracterizarea obiectelor spațiale, vremea spațială și operațiunile pre-planificate pe orbită sunt alte elemente esențiale SSA.

Activele spațiale aflate în uz în prezent sunt expuse riscului unei varietăți de pericole, cum ar fi coliziunile cu resturile spațiale și întreaga cantitate de energie eliberată de evenimentele meteorologice spațiale. În ultimii 25 de ani, au fost investigate o varietate de modele pentru lanțurile cauzale care conectează vântul solar și perturbațiile geomagnetice, curenții induși geomagnetici și sensibilitatea rețelei electrice. Cu toate acestea, această parte se concentrează numai pe hazardele naturale (în mare parte evenimentele grupate sub cuvântul sintagmatic „vremea solară”, precum și efectul NEO), în timp ce următorul capitol se va concentra pe resturile spațiale sau pericolele pentru infrastructura vitală cauzate de oameni.

Sateliții, avioanele și rețelele electrice se numără printre sistemele de infrastructură tehnologică care sunt afectate de fenomenele meteorologice din spațiu. Economia contemporană este deosebit de vulnerabilă la furtunile solare datorită unei rețele de interdependențe. Astfel, îmbunătățirea înțelegerii noastre a cauzelor fundamentale ale vremii spațiale și capacitatea noastră de a o anticipa sunt obiective critice.

Capitolul 3

Metodologia studiului este explicată în Capitolul 3, împreună cu designul cercetării și abordarea conceptuală. Analiza guvernantei securității în orașele inteligente din Occident este informată de Guvernanța Sistemelor Complexe/Complex System Governance în literatura academică. Guvernanța Sistemelor Complexe/Complex System Governance (CSG) este dedicat planificării, implementării și dezvoltării funcțiilor (meta)sistemului care au ca rezultat managementul, coordonarea și integrarea sistemelor complexe, cu scopul de a crește șansele de a aborda în mod corespunzător sistemele complexe ale societății și provocărilor acestora.

Mai mult, așa cum sunt întruchipate în practicile spațiale, practicile de securitate necesită o abordare metodologică care să considere realitatea ca fiind întotdeauna parțială și în construcție, construită social atât de cercetător, cât și de obiectul cercetat. În plus, pe măsură ce cercetarea investighează chestiunile de agenție/agency, putere și reprezentare în viața politică modernă, s-ar potrivi etichetei de „poststructuralism”, adică o analiză interpretativă a „postmodernismului”, cu o atitudine critică față de gândirea prezentului istoric.

Poststructuralismul se preocupă în primul rând de modul în care semnificațiile sunt create, atașate și vehiculate, cu privire la structuri, instituții, acțiuni, idei, oameni, locuri, lucruri, spații etc. Prin

urmare, proprietățile materiale ale acestor structuri/oameni/locuri nu sunt la fel de importante precum modul în care le interpretăm și le înțelegem.

Acest proiect de doctorat folosește tehnica genealogiei ca o cercetare specială a acelor componente pe care „avem tendința de a le simți fără istorie”. Componentele vieții de zi cu zi sunt prezente în această configurație. O căutare liniară nu reprezintă o caracteristică a genealogiei. În schimb, genealogia ca metodă de cercetare își propune să descrie istoria complexă și poate conflictuală astfel demonstrând modurile în care puterea a modelat adevărul.

Urmând calea genealogiei prezentată mai sus, această cercetare doctorală are o abordare in vitro, criminalistică a mai multor evenimente din spațiul cosmic care s-au petrecut în trecut, pentru a evidenția impactul asupra infrastructurilor critice ale orașelor inteligente.

În primul rând, au fost identificate câteva evenimente – a fost ales un singur eveniment de coliziune (Iridium 33 x Cosmos 2251), două evenimente de fragmentare (toate ASAT din Rusia, China) și un eveniment de RE-Intrare (Long-March). Documentația din surse deschise academice și operaționale, știri, rapoarte etc. a completat imaginea generală a acestor evenimente alese.

În al doilea rând, odată ce evenimentele au fost identificate și înțelese, au fost procurate coordonatele orbitale ale satelitului (TLE) din diferite date bazate. În acest fel, mediul cosmic a păstrat aceeași configurație ca la momentul evenimentelor. Având în vedere importanța evenimentelor CA, FR și RE, au existat mai multe platforme care le-au simulat deja. Niciuna dintre ele nu a ajuns însă în anul 2022 – în acest sens, analiza scenariilor a fost și o cercetare transversală. Baza de date pentru TLE a fost SOCRATE. Cu toate acestea, ca bază de date pentru elemente orbitale, am folosit și space-track.org, doar pentru CA și FR. Mai mult, pentru evenimentele FR am folosit și baza de date DISCOS a ESA, adică o bază de date specializată pe statisticile bazei de date de evenimente FR: <https://fragmentation.esoc.esa.int/home/statistics>.

Actualizări regulate cu privire la viitoarele conjuncții orbitale sunt puse la dispoziție de SOCRATE. Se intenționează ca acest serviciu să ajute operatorii de sateliți să evite întâlnirile apropiate nedorite prin planificarea timpurie a misiunii, din cauza repercusiunilor potențial dezastruoase ale unor astfel de conjuncții care nu sunt detectate.

Folosind o bază de date cu toate seturile de elemente de două linii (TLE) neclasificate NORAD care au fost puse la dispoziția publicului, CelesTrak caută conjuncții de sateliți în perioada următoarelor șapte zile, comparând o listă a tuturor sarcinilor utile de satelit pe orbită cu o listă a tuturor obiectelor aflate pe orbită. Pentru a oferi operatorilor de sateliți suficient timp pentru a planifica – sau pentru a angaja servicii de planificare – pentru a-și muta navele spațiale departe de pericol sau pentru a lua alte măsuri de precauție necesare, căutarea a fost limitată la conjuncții cu sarcini utile. Toate încărcăturile utile sunt luate în considerare deoarece în prezent este imposibil să spunem dacă încărcăturile utile sunt încă active.

Execuțiile sunt efectuate folosind propagatorul SGP4 de la STK și STK/CAT (instrumentele de analiză a conjuncțiilor STK). La momentul celei mai apropiate apropieri (TCA), atunci când o conjuncție se află pe o rază de 5 km, STK/CAT este configurat să caute și să ofere distanța

minimă și posibilitatea ca aceasta coliziune să se întâmple. Abordarea distanței minime ignoră informațiile de covarianță de poziție și poate duce la o supraestimare a riscului subiacent, în timp ce tehnica probabilității maxime oferă o evaluare mai acceptabilă (deși încă prudentă) a riscului real.

Pentru construirea scenariului am folosit atât CelesTrack, cât și STK, deoarece acestea două erau disponibile interschimbabil pentru evenimentele analizate. STK necesită multă memorie și, pentru a obține medii naturale, aplicația accesează adesea diverse add-ons, disponibile la achiziționarea licențelor. În acest sens, CelesTrack a fost de preferat, atunci când a fost disponibil.

După ce am compilat lista de posibile coliziuni (de pe Space-track.org), am căutat fiecare bucată de sarcină utilă din catalogul sateliților ESA. Unele încărcături utile s-au dovedit a fi bucăți mari de resturi și, prin urmare, acestea au fost ignorate din analiză. Totuși, pentru satelitul activ la momentul evenimentelor analizate, am căutat în câteva alte baze de date care se ocupă de proiecte de orașe inteligente, posibile aplicații care utilizează serviciile oferite de potențialul satelit afectat, pentru a determina eventualele întreruperi ale serviciilor spațiale. Aceste baze de date pot fi accesate la:

- <https://earth.esa.int/eogateway>
- <https://qras.earth.esa.int/>
- Infrastructură și orașe inteligente | Aplicații de afaceri ESA

Observarea și simularea evenimentelor trecute este foarte utilă pentru înțelegerea modurilor în care evenimentele singulare foarte rare rezistă timpului. Mai mult, o astfel de analiză transversală ajută la prezicerea și prognoza posibilelor evenimente în viitor, nu în ceea ce privește momentul și localizarea acestora, ci mai degrabă în ceea ce privește impactul lor asupra infrastructurilor și serviciilor terestre critice.

Capitolul 4

În Capitolul 4 sunt prezentate simulările unor evenimente din spațiul cosmic și analiza acestor simulări, adică impactul acestor evenimente asupra infrastructurilor critice din orașele inteligente.

Ciocnirea dintre Iridium 33 și Cosmos 2251 nu doar că a distrus un fapt satelit de comunicații care a dus la o distrugere pe termen scurt a telecomunicațiilor prin satelit a companiei Motorola, dar, la 13 ani după, impactul asupra Landsat, Demeter și Iridium ar putea avea a afectat continuitatea sectoarelor de infrastructură critică în diferite orașe inteligente. Analiza evenimentului a demonstrat că o serie de infrastructuri critice au fost afectate indirect de coliziunea dintre Iridium 33 și Cosmos 2251. Dacă ar fi avut loc mai multe coliziuni, transporturile, IT&C și sectoarele energetice ar fi fost mai afectate. La celălalt pol, sectorul sănătății, în special serviciile de urgență, ar fi fost mai puțin afectat din cauza faptului că acest sector are deja încorporate redundanțe.

Ciocnirea accidentală dintre Iridium 33 și Cosmos 2251 nu numai că a dus la pierderea unui satelit și la o defecțiune temporară a rețelei de comunicații pe care o deservea, dar, de-a lungul timpului, aproape toate serviciile critice ar fi putut fi supuse întreruperii. Aceste rezultate demonstrează că

există o corelație directă între coliziunile din spațiul cosmic și serviciile vitale care fac orașele inteligente contemporane.

Fragmentele rezultate în urma testării ASAT rusești (Cosmos 1408) ar fi putut afecta o serie de sateliți vitali. Sateliții militari ISR, de comunicații și EO ar fi putut înregistra cele mai multe întreruperi ale serviciului. La celălalt pol, monitorizarea mediului ar fi putut fi cel mai puțin afectată. Pe lângă întreruperile funcțiilor critice, natura perturbatoare a testului ASAT chinezesc (FY-1C) oferă o șansă rară de a cerceta dezvoltarea norilor de deșeuri spațiale pe perioade mai lungi de timp.

Analiza celor două teste ASAT a arătat că un număr mare de infrastructuri critice ar fi putut fi afectate de fragmentarea obiectelor de pe orbită. Dacă acele fragmente ar fi atins sateliți care oferă servicii critice, precum ar fi ISR, comunicațiile și observarea Pământului, serviciile aferente din orașele inteligente ar fi fost afectate, perturbate sau chiar întrerupte.

În cele din urmă, merită menționat acel eveniment de reintrare a Corpului Rachetei Long-March 5B care ar putea afecta toate infrastructurile și serviciile critice. Acest lucru se poate întâmpla în timpul călătoriei prin straturile atmosferei, precum și la impactul cu solul.

Cele patru cazuri studiate în această cercetare de doctorat evidențiază faptul că aproape toate sectoarele critice ar fi putut fi afectate de evenimentele din spațiul cosmic asociate conceptului de SST. Nu doar aceste infrastructuri critice ar fi putut fi afectate la nivel de oraș, dar, în general, aceste infrastructuri ar fi putut fi perturbate la nivel global.

Capitolul 5

Analiza se încheie în Capitolul 5 cu o discuție despre modul în care problemele evidențiate se leagă de governanța securității în orașele inteligente.

Această cercetare a ajuns la câteva concluzii și recomandări ca urmare a intersecției celor două perspective asupra guvernării securității, pe de o parte în orașele inteligente din Occident și, pe de altă parte, în spațiul cosmic.

În primul rând, această perspectivă multi-stratificată, urbană și globală, este nouă în literatura de specialitate și deschide potențialul de a dezvolta o bursă completă în jurul problemelor orașelor inteligente și spațiului cosmic. La nivel de oraș, o mai bună înțelegere de unde provin posibilele întreruperi ar putea fi o informație utilă pentru autoritățile operaționale. În același timp, pentru părțile interesate operațional legate de activitățile de asigurare a securității din spațiu, înțelegerea modurilor în care eșecul se propagă sistemic îi poate ajuta să construiască sisteme de sisteme mai rezistente.

În al doilea rând, conceptul de „spațiu defensibil” este actualizat în lumina acestei cercetări care leagă orașele și spațiul cosmic. Pentru a obține orașe rezistente, omenirea trebuie să-și extindă înțelegerea către perspective neliniare ale spațiului, timpului și vitezei.

În al treilea rând, rezultatele cercetării au relevat faptul că este necesar un nivel intermediar de guvernare. În timp ce politica spațiului cosmic constituie obiectul factorilor de decizie la nivel mondial și național, nivelul urban este abordat la nivel local.