

**MINISTERUL EDUCAȚIEI
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DE CONSTRUCȚII BUCUREȘTI
FACULTATEA DE GEODEZIE**

Raport de cercetare științifică nr. 2

**METODE DE REALIZARE A SISTEMELOR
INFORMAȚIONALE SPECIFICE PENTRU
DATELE GEOSPAȚIALE ÎN DOMENIUL
AERONAUTIC**

Conducător de doctorat

Prof.univ.dr.ing. Petre Iuliu Dragomir

Doctorand

Ing. Sabina Plăvicheanu

Martie 2017

Cuprins

Listă figuri	pag 3
Listă tabele	pag 3
Capitolul 1. Introducere	pag 4
Capitolul 2. Date spațiale utilizate în sistemele informaționale specifice domeniului aeronautic	pag 5
2.1. Observații GNSS	pag 5
2.1.1. Generalități	pag 5
2.1.2. Particularizare pentru domeniul aeronautic	pag 5
2.2. Prelucrarea datelor LiDAR	pag 6
2.2.1. Generalități	pag 6
2.2.2. Particularizare pentru domeniul aeronautic	pag 6
2.3. Prelucrarea datelor fotogrammetrice	pag 8
2.3.1. Generalități	pag 8
2.3.2. Particularizare pentru domeniul aeronautic	pag 8
Capitolul 3. Sisteme informaționale specifice domeniului aeronautic	pag 9
3.1. Tipuri de entități specifice bazei de date	pag 9
3.1.1. Suprafețe de limitare a obstacolelor	pag 9
3.1.2. Suprafețe de culegere a datelor de teren și obstacolare	pag 12
3.1.3. Date de teren și obstacolare în format electronic	pag 13
3.1.3.1. Seturi de date de teren	pag 13
3.1.3.2. Seturi de date de obstacolare	pag 14
3.2. Niveluri de abstractizare	pag 14
3.2.1. Modelul conceptual	pag 14
3.2.2. Modelul logic	pag 15
3.2.3. Modelul fizic	pag 15
3.3. Metadate	pag 16
3.4. Schimbul de date aeronautice	pag 18
3.5. Soluții existente pentru sistemele informaționale specifice domeniului aeronautic	pag 19
3.5.1. Platforma ESRI - Extensia ArcGIS for Aviation pentru ArcGIS Desktop	pag 19
3.5.2. Platforma IDS - Suita eTOD	pag 22
Capitolul 4. Considerații finale	pag 26
Bibliografie	pag 27

Listă figuri

Figura 2.1. Flux de lucru pentru procesarea datelor LiDAR	pag 7
Figura 3.1. Suprafețe de limitare a obstacolelor	pag 9
Figura 3.2. Suprafețe de culegere a datelor de teren și obstacolare, Zona 1 și Zona 2	pag 12
Figura 3.3. Suprafețe de culegere a datelor de teren și obstacolare, Zona 3 și Zona 4	pag 13
Figura 3.4. Modelul conceptual eTOD	pag 15
Figura 3.5. Modelul logic, diagrama zonelor de acoperire eTOD și a relațiilor dintre acestea	pag 15
Figura 3.6. Modelul fizic, structura bazei de date	pag 16
Figura 3.7. Diagrama claselor în limbaj UML, AIXM	pag 18
Figura 3.8. Validarea datelor	pag 20
Figura 3.9. Workflow Manager	pag 20
Figura 3.10. Analiză spațială pentru identificarea obstacolelor	pag 20
Figura 3.11. Analiză spațială utilizând ArcGIS Pro pentru determinarea obstacolelor	pag 21
Figura 3.12. Servicii web publicate prin Online Flex, analiza obstacolelor	pag 21
Figura 3.13. Interfață eANP	pag 22
Figura 3.14. Producerea hărților aeronautice utilizând șabloane predefinite	pag 22
Figura 3.15. Interfață pentru validarea datelor	pag 24
Figura 3.16. Interfață eTOD Data Manager	pag 24
Figura 3.17. Importul în AIXM	pag 24
Figura 3.18. Interfață eTOD Airport Data Analyzer	pag 25

Listă tabele

Tabel 3.1. Dimensiuni și pante ale suprafețelor de limitare a obstacolelor; Piste pentru Apropiere	pag 11
Tabel 3.2. Dimensiuni și pante ale suprafețelor de limitare a obstacolelor; Piste pentru Decolare	pag 11
Tabel 3.3. Specificații numerice pentru datele de teren	pag 16
Tabel 3.4. Specificații numerice pentru datele de obstacolare	pag 16
Tabel 3.5. Atributele terenului	pag 17
Tabel 3.6. Atributele obstacolelor	pag 17

1. Introducere

Necesitatea unui sistem informațional pentru domeniul aeronautic a apărut datorită urbanizării. Conform unui studiu realizat de Națiunile Unite, „World Urbanization prospects”, populația urbană, la nivel mondial, a atins un procentaj de 54% în anul 2014 și este într-o continuă creștere. Acest proces presupune o planificare spațială, ce joacă un rol strategic în dezvoltare.

Deoarece majoritatea aerodromurilor, la nivel global, sunt situate în imediata vecinătate sau chiar scufundate în marile orașe, gestionarea eficientă a zonelor urbane necesită metode rapide și exacte de vizualizare și de analiză a informației geospațiale.

Pentru a îmbunătăți interpretarea și utilizarea informației aeronautice, este necesară standardizarea la nivel global.

Totodată, utilizarea unui limbaj aeronautic comun, aplicarea seturilor de reguli și proceduri pentru producerea și distribuirea informației aeronautice permite interoperabilitatea.

Astfel, standardizarea, ca proces iterativ, este aflată în strânsă legătură cu interoperabilitatea.

Metodele și instrumentele pentru gestionarea, procesarea, analiza și transferul datelor spațiale stau la baza implementării sistemului informatic complex. Încă din faza de proiectare a acestuia, trebuie să se țină cont de metodele diverse de colectare a datelor, necesitatea transformărilor de coordonate, erorile ce se propagă prin procesul de prelucrare și calitatea datelor.

Metodele și tehnicile de achiziție a datelor spațiale au fost prezentate în Raportul de cercetare științifică nr.1.

Prezenta lucrare este structurată în patru capitole și detaliază metode și etape de realizare a sistemelor informaționale specifice domeniului aeronautic.

Primul capitol prezintă aspecte introductive cu privire la realizarea studiilor aeronautice, necesitatea unui sistem informațional pentru acest domeniu, precum și rezumatul lucrării.

În al doilea capitol sunt prezentate etapele parcurse în vederea prelucrării datelor spațiale, pentru ca ulterior acestea să fie integrate în baza de date, validate, manipulate în procese de analiză și distribuite în formatul specific, conform reglementărilor aeronautice în vigoare.

În cel de-al treilea capitol se face o analiză a tehnologiilor, platformelor și aplicațiilor existente, ce oferă soluții pentru realizarea studiilor aeronautice, prin accesul la unelte create pentru automatizarea proceselor operaționale, pe baza fluxurilor de lucru și obținerea produselor spre publicare.

Ultimul capitol este dedicat concluziilor.

2. Date spațiale pentru sistemele informaționale specifice domeniului aeronautic

2.1. Observații GNSS

2.1.1. Generalități

Pentru a obține coordonatele spațiale, prelucrarea datelor GNSS se realizează în două etape:

- procesarea observațiilor GNSS, prin combinarea înregistrărilor pe cele două frecvențe L1 și L2, respectiv a măsurătorilor de cod cu cele de fază, ce duc la determinarea coordonatelor stațiilor noi în sistemul de referință global WGS-84;
- transformarea acestor coordonate în datumul propriu fiecărei țări; pentru România, sistemul de coordonate de referință S42, ce are la bază elipsoidul Krasovski 1940, definit prin sistemul de coordonate în proiecția Stereografică 1970 pe plan secant unic, respectiv sistemul de altitudini Marea Neagră 1975.

Observațiile GNSS se prelucrează în funcție de metoda de măsurare, de sistemul de coordonate utilizat și de tipul măsurătorilor efectuate în rețea.

Pentru a efectua transformări de coordonate dintr-un sistem de referință în altul, Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară a realizat programul numit TRANSDAT.

Calcululele de prelucrare a observațiilor GNSS cuprind, în principiu, următoarele etape întâlnite în majoritatea programelor de procesare [1]:

- calculul coordonatelor provizorii ale stației, având la bază cele ale sateliților deduse din efemeride și pseudodistanțele, măsurătorile de fază sau de cod, efectul Doppler sau triplele diferențe din măsurătorile de fază asupra purtătoarei;
- controlul datelor pentru identificarea și eventual eliminarea unor măsurători greșite sau întreruperi de fază;
- estimarea parametrilor și analiza rezultatelor.

2.1.2. Particularizare pentru domeniul aeronautic

Conform standardelor ICAO, coordonatele punctelor din rețeaua topografică de ridicare trebuie prezentate în sistemul de referință global WGS-84.

În acest sens, se face o transformare din sistemul de coordonate de referință ETRS89 în sistemul de coordonate de referință WGS-84, folosind parametrii de transformare Helmert. Ambele sisteme de coordonate sunt bine determinate, iar din acest motiv transcalculul nu afectează calitatea și precizia coordonatelor.

Se utilizează algoritmul Helmert cu 7 parametri pentru a realiza transformarea coordonatelor din sistemul de referință global WGS-84 în sistemul de coordonate de referință S42, ce are la bază elipsoidul Krasovski 1940 și sistemul de coordonate în planul de proiecție Stereografic 1970, cu altitudini în sistemul Marea Neagră 1975.

Transformările de coordonate au fost prezentate în Raportul de cercetare științifică nr.1.

2.2. Prelucrarea datelor LiDAR

2.2.1. Generalități

Procesul de prelucrare al datelor LiDAR se realizează în două etape: *pre-procesarea* datelor, care se realizează în timpul survolării și permite un control al calității datelor din teren și *post-procesarea*.

Rezultatul *registrației*, transformarea coordonatelor datelor preluate din diferite scanări în același sistem de coordonate, poate fi influențat de calitatea norilor de puncte, motiv pentru care este necesară pre-procesarea datelor. [2]

Georeferențierea sau cuplarea norilor de puncte într-un sistem unic, nor de puncte comun, se efectuează în faza de post-procesare, însă aceasta poate fi evitată dacă registrația se realizează direct în sistemul de coordonate definit. [2]

- *Georeferențierea directă* reprezintă transformarea unui punct din sistemul scannerului într-un sistem extern. Utilizarea acestei metode nu mai necesită scanări cu suprapuneri și este mai rapidă decât georeferențierea indirectă.[3]
- *Georeferențierea indirectă* necesită puncte de coordonate cunoscute sau puncte de constrângere (tie points), amplasate în aria de scanare. La fiecare scanare, trebuie să existe vizibilitate spre cel puțin trei puncte de coordonate cunoscute.

Alinierea seturilor de date din nori de puncte diferiți necesită selectarea a minim 3 puncte comune corespondente din cadrul norilor de puncte. Prin algoritmul *Iterative Closest Point (ICP)* se verifică iterativ distanțele dintre toate punctele din norii de puncte și se estimează transformarea cu erori minime. [2]

În urma operațiilor de registrație și georeferențiere, norul de puncte comun rezultat intră în procesul de modelare.

Se realizează filtrarea/curățarea zgomotului și a erorilor grosolane, pentru a evita îngreunarea interpretării norului de puncte. [2]

Se clasifică norul de puncte în vederea obținerii modelelor digitale, în clase de puncte de teren, de vegetație și puncte din clasa clădirilor.

Filtrarea Modelului Digital al Suprafeței de Reflectanță - MDSR (Digital Surface Model - DSM) pentru obținerea Modelului Digital Altimetric (MDA) ținând cont de liniile de frângere (breaklines) se realizează prin aplicarea unor teste geometrice și a unei metode de interpolat.[4]

Pentru modelarea suprafețelor, există diverse metode de interpolat care țin cont de dispunderea spațiului bidimensional sau tridimensional, însă de notat sunt metoda triangulării Delaunay cu interpolare liniară pentru rețelele neregulate și metoda interpolării spline cubice (vecinului natural) reprezentată prin diagrama Voronoi.

După verificarea și corectarea claselor de puncte, se poate efectua modelarea 3D. Produsul final al procesului de modelare 3D este un model reprezentat de o rețea neuniformă de triunghiuri sau patrulatere, prin care se conectează toate punctele norului de puncte, ținând cont de legăturile topologice dintre triunghiuri și vecinii adiacenți, rezultând un model de suprafață TIN.

2.2.2. Particularizare pentru domeniul aeronautic

Atât achiziția datelor LiDAR, cât și procesarea acestora pentru domeniul aeronautic se realizează în mod diferit față de alte aplicații.

Acuratețea este dependentă de parametrii operaționali ai misiunii de zbor, calibrarea sistemului, calitatea datelor GNSS și tipul de teren.

Pentru domeniul aeronautic, este esențial să se utilizeze norii de puncte cu toate semnalele întoarse (primul, ultimul și cele intermediare), fără a elimina puncte prin filtrare. Valorile aberante se clasifică drept reținute (withheld) în fișier, în conformitate cu cerințele formatului fișierelor LAS. [5]

Este absolut necesar ca procesarea să pornească cu datele în formatul nor de puncte; modelele digitale ale suprafețelor (DSM) interpolate nu sunt acceptate ca date de intrare pentru procesare, datorită faptului că gridul 2D ale valorilor altitudinii nu poate reprezenta adecvat structura verticală. [5]

Se exemplifică un flux de lucru pentru procesarea datelor LiDAR, adaptat nevoilor și cerințelor de acuratețe ridicate, specifice lucrărilor domeniului aeronautic:

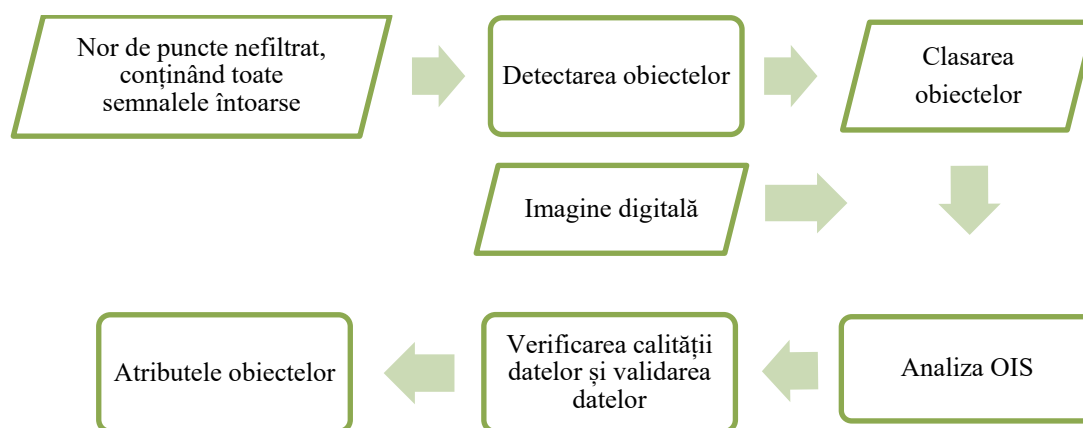


Figura 2.1. Flux de lucru pentru procesarea datelor LiDAR

Un aspect critic al acestui flux de lucru (Figura 2.1) îl reprezintă plasarea etapei de detectare a obiectelor înaintea etapei de analiză a suprafețelor de identificare a obstacolelor (Obstacle Identification Surfaces - OIS), astfel încât analiza se efectuează mai degrabă pe obiectele extrase (copaci, clădiri, antene, stâlpi, turnuri, etc.) decât pe punctele LiDAR brute. [5]

Indiferent de algoritmul de detecție a obiectelor utilizat, pragul de detecție poate fi setat pentru a diminua probabilitatea de a omite obiecte, ceea ce reprezintă elementul cheie în acest proces. [5]

Alertele false datorate zgomotului vor fi eliminate automat în etapa de analiză a OIS, pentru că fie nu penetrează OIS, fie se află în afara suprafețelor OIS. [5]

Utilizarea datelor LiDAR și a imaginilor digitale oferă informații complementare, necesare în procesul de prelucrare. O variație a fluxului de lucru presupune introducerea imaginilor aeriene pentru a facilita detectarea fotogrammetrică a obstacolelor, asistată de LiDAR. [5]

2.3. Prelucrarea datelor fotogrammetrice

2.3.1. Generalități

Pentru generarea modelelor digitale ale terenului, Modelul Digital al Suprafeței de Reflectanță (MDSR) sau Digital Surface Model (DSM) și a Modelului Digital al Terenului (MDT) sau Digital Terrain Model (DTM) și a ortofotoplanurilor, se parcurg următoarele etape:

- Eliminarea imaginilor nefiabile (trenate, înclinate, subexpuse, supraexpuse);
- Corectarea radiometrică a imaginilor;
- Alinierea imaginilor (orientarea interioară și orientarea relativă);
- Generarea norului punctelor de legătură/corespondență dintre imagini;
- Marcarea reperilor prin punctare în imagini și stabilirea punctelor de control și a celor de verificare;
- Optimizarea alinierii imaginilor (georeferențierea stereomodelului - orientarea exterioară și analiza parametrilor de transformare);
- Realizarea aerotriangulației în bloc;
- Generarea norului de puncte corelat/norului dens de puncte*;
- Generarea Modelului Digital al Suprafeței de Reflectanță (MDSR/ DSM);
- Generarea ortomozaicului;
- Editarea liniilor de mozaicare; editarea geometriei; generarea texturii;
- Exportul ortofotoplanului;
- *Clasificarea norului de puncte corelat;
- Generarea Modelului Digital al Terenului (MDT/ DTM) pe baza punctelor din clasa teren;
- Generarea raportului de verificare.

Eficiența lucrărilor de fotogrammetrie este dată de procesul de automatizare și efectuarea corectă a corelației dintre imagini.

2.3.2. Particularizare pentru domeniul aeronautic

Încă din etapa de achiziție a datelor spațiale, este necesar să se țină cont de individualitatea lucrărilor, pentru a nu afecta ulterior procesul de prelucrare, evidențiind următoarele elemente:

- marcarea unui număr mai mare de reperi la sol, determinați cu o precizie ridicată (stații totale, determinând coordonatele punctelor de sprijin prin tehnologie GNSS), din moment ce punctele de control reprezintă elementul cheie în reconstrucția geometrică, realizând legătura între modelul imagine și modelul teren, fiind esențiale în georeferențiere.

În procesul de prelucrare, se pot selecta:

- Alinierea imaginilor:

- *Accuracy*: opțiunea *High* permite o estimare precisă cu privire la poziția centrelor de perspectivă. Procesarea se realizează cu dimensiunea originală a imaginii.

- *Pair preselection*: opțiunea *Reference* permite selectarea perechilor de imagini pe baza coordonatelor centrelor de perspectivă.

- Generarea norului dens de puncte – selectarea unei valori crescute a calității ajută la obținerea unei geometrii precise și detaliate. Opțiunea *Ultra high* permite procesarea datelor păstrând dimensiunea originală a imaginii, în timp ce opțiunea *High* conduce la procesarea datelor imagine având dimensiunea redusă cu un factor de 4 față de cea inițială.

3. Sisteme informaționale specifice domeniului aeronautic

Un sistem informațional este necesar pentru a gestiona eficient datele spațiale.

Baza de date geospațiale conține elemente ce se reprezintă în diferite formate:

- Date vectoriale – clasificate printr-un tip de geometrie: punct, linie, poligon;
- Date în format raster;
- Rețele de triangulații neregulate – pentru reprezentarea suprafețelor.

Elementele de date reprezintă modele ale obiectelor spațiale reale, grupate în clase tematice, în conformitate cu setul de date de bază adoptat.

Disponibilitatea datelor geospațiale nu se poate realiza decât prin implementarea bazelor de date conceptuale și metodologice, a standardelor descriptive pentru aceste seturi de date, incluzând și formatele pentru schimbul de date spațiale. [6]

Procesul de modelare influențează procesul de analiză spațială, astfel orice decizie care este luată în ceea ce privește modelul de date este esențială pentru reușita proiectului. [7]

3.1. Tipuri de entități specifice bazei de date

3.1.1. Suprafețe de limitare a obstacolelor

Suprafețele de limitare a obstacolelor (*Obstacle Limitation Surfaces - OLS*) reprezintă suprafețele de protecție din jurul unui aerodrom, prin care se stabilesc limitele de înălțime a obiectelor. Obiectele care se proiectează prin aceste suprafețe devin obstacole.

Suprafețele de limitare a obstacolelor, conform RACR-AD-PETA [9] și ICAO Anexa 14 la Convenția de la Chicago [10], Volumul I, Capitolul 4 sunt descrise astfel (Figura 3.1):

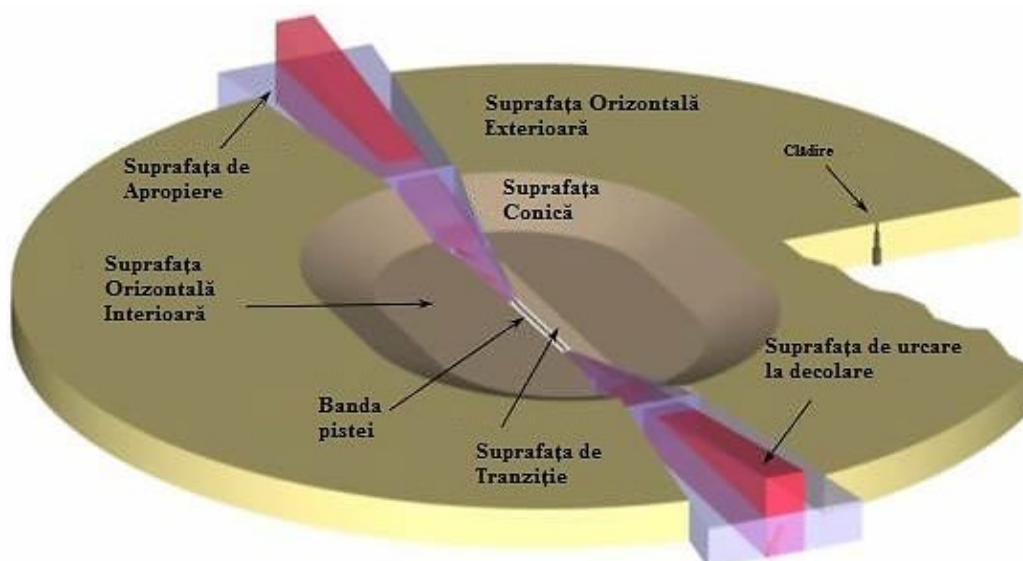


Figura 3.1. Suprafețe de limitare a obstacolelor

„Suprafața orizontală interioară - Suprafața conținută într-un plan orizontal, situat deasupra unui aerodrom și a împrejurimilor acestuia, la o înălțime specificată față de un element de referință de altitudine, cu raza sau limitele exterioare măsurate pornind din unul sau mai multe puncte de referință. ” [9], [10]

„Suprafața conică - Suprafață înclinată în sus și spre exterior, plecând de la marginea suprafeței orizontale interioare, la o înălțime specificată, cu o pantă măsurată într-un plan vertical perpendicular pe marginea suprafeței orizontale interioare. ” [9], [10]

„Suprafața de apropiere - Plan înclinat, sau o combinație de planuri care se extind la o distanță specificată față de pragul pistei, cu marginea interioară de lungime specificată, orizontală și perpendiculară pe prelungirea axului pistei, două laturi plecând din extremitățile marginii interioare, cu o divergență față de prelungirea axului pistei, cu marginea exterioară paralelă cu marginea interioară, iar panta măsurată într-un plan vertical perpendicular pe axul pistei. ” [9], [10]

„Suprafața interioară de apropiere - O parte dreptunghiulară din suprafața de apropiere, care se extinde la o distanță specificată față de pragul pistei, având marginea interioară identică cu marginea interioară a suprafeței de apropiere și lungimea specificată, două laturi plecând din extremitățile marginii interioare ce se prelungesc paralel cu un plan vertical care conține axul pistei, marginea exterioară paralelă cu marginea interioară, și panta specificată. ” [9], [10]

„Suprafața de tranziție - Suprafața complexă, de-a lungul marginilor laterale ale benzii pistei și a unei părți a marginii suprafeței de apropiere, cu pantă ascendentă și spre exterior până la intersecția cu suprafața orizontală interioară. Marginea inferioară se definește de la intersecția dintre marginea suprafeței de apropiere și suprafața orizontală interioară, coboară de-a lungul marginii suprafeței de apropiere până la marginea interioară a acestei suprafețe și se continuă pe lungimea benzii paralel cu axul pistei. Marginea superioară este situată în planul suprafeței orizontale interioare. ” [9], [10]

„Suprafața de aterizare întreruptă - Plan înclinat cu o pantă specificată, situat la o distanță specificată după pragul pistei, care se află în suprafața interioară de tranziție, cu marginea interioară orizontală, perpendiculară pe axul pistei, două laturi pornind din extremitățile marginii interioare, divergente față de un plan vertical trecând prin axul pistei, până la intersecția cu suprafața orizontală interioară. ” [9], [10]

„Suprafața interioară de tranziție - Suprafață similară cu suprafața de tranziție, delimitată de marginea interioară a suprafeței interioare de apropiere, continuă de-a lungul benzii paralel cu axul pistei, până se ridică de-a lungul marginii suprafeței de aterizare întreruptă în punctul în care aceasta intersectează suprafața orizontală interioară; Panta suprafeței interioare de tranziție trebuie măsurată într-un plan vertical perpendicular pe axul pistei. ” [55], [56]

„Suprafața de urcare la decolare - Plan înclinat care se extinde la o distanță specificată față de capătul unei piste sau al unei prelungiri degajate, cu marginea interioară orizontală și perpendiculară pe axul pistei, două margini laterale ce pornesc din capetele marginii interioare, cu o divergență față de direcția de decolare până la o lățime finală specificată, continuându-se cu această lățime pe restul suprafeței de urcare la decolare, și o margine exterioară orizontală și perpendiculară pe direcția de decolare specificată. ” [9], [10]

„Suprafața orizontală exterioară - Suprafața conținută într-un plan orizontal, la o înălțime de 150 m deasupra punctului de altitudine al aerodromului, care se extinde de la marginea suprafeței conice, având o rază de până la 15000 m pornind din punctul de referință al aerodromului (ARP), unde codul de pistă este 3 sau 4. ” [11]

Caracteristicile suprafețelor de limitare a obstacolelor, conform RACR-AD-PETA [9] și ICAO Anexa 14 la Convenția de la Chicago [10], Volumul 1, Capitolul 4 sunt descrise astfel (Tabel 3.1, Tabel 3.2):

Tabel 3.1. Dimensiuni și pante ale suprafețelor de limitare a obstacolelor; Piste pentru Apropiere [10]

CLASIFICAREA PISTEI										
Suprafețe și dimensiuni	Apropiere neinstrumentală				Apropiere de non-precizie			Categorii de apropiere de precizie		
	Număr de cod				Număr de cod			I		II și III
	1	2	3	4	1, 2	3	4	1, 2	3, 4	3, 4
SUPRAFAȚA CONICĂ										
Panta	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Înălțimea	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
SUPRAFAȚA ORIZONTALĂ INTERIOARĂ										
Înălțimea	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Raza	2000 m	2500 m	4000 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000 m	3500 m	4000 m	4000 m
SUPRAFAȚA INTERIOARĂ DE APROPIERE										
Lățimea	-	-	-	-	-	-	-	90 m	120 m	120 m
Distanța la prag	-	-	-	-	-	-	-	60 m	60 m	60 m
Lungimea	-	-	-	-	-	-	-	900 m	900 m	900 m
Panta	-	-	-	-	-	-	-	2.5%	2%	2%
SUPRAFAȚA DE APROPIERE										
Lungimea marginii interioare	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distanța la prag	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergența (pe fiecare parte)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Prima secțiune										
Lungimea	1600 m	2500 m	3000 m	3000 m	2500 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m	3000 m
Panta	5%	4%	3.33%	2.5%	3.33%	2%	2%	2.5%	2%	2%
A doua secțiune										
Lungimea	-	-	-	-	-	3600 m	3600 m	12000 m	3600 m	3600 m
Panta	-	-	-	-	-	2.5%	2.5%	3%	2.5%	2.5%
Secțiunea orizontală										
Lungimea	-	-	-	-	-	8400 m	8400 m	-	8400 m	8400 m
Lungimea totală	-	-	-	-	-	15000 m	15000 m	15000 m	15000 m	15000 m
SUPRAFAȚA DE TRANZIȚIE										
Panta	20%	20%	14.3%	14.3%	20%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%
SUPRAFAȚA INTERIOARĂ DE TRANZIȚIE										
Panta	-	-	-	-	-	-	-	40%	33.3%	33.3%
SUPRAFAȚA DE ATERIZARE ÎNTRERUPTĂ										
Lungimea marginii interioare	-	-	-	-	-	-	-	90 m	120 m	120 m
Distanța la prag	-	-	-	-	-	-	-		1800 m	1800 m
Divergența (pe fiecare parte)	-	-	-	-	-	-	-	10%	10%	10%
Panta	-	-	-	-	-	-	-	4%	3.33%	3.33%

Tabel 3.2. Dimensiuni și pante ale suprafețelor de limitare a obstacolelor; Piste pentru Decolare [9],[10]

Suprafețe	Număr de cod		
SUPRAFAȚA DE URCARE LA DECOLARE	1	2	3 sau 4
Lungimea marginii interioare	60 m	80 m	180 m
Distanță față de extremitatea pistei	30 m	60 m	60 m
Divergența (de fiecare parte)	10%	10%	12.5%
Lățimea finală	380 m	580 m	1200 m
			1800 m
Lungimea	1600 m	2500 m	15000 m
Panta	5%	4%	2%

3.1.2. Suprafețe de culegere a datelor de teren și obstacolare

Zonele de acoperire pentru seturile de date de teren și obstacolare în format electronic se definesc conform RACR-AIS [12] și ICAO Anexa 15 la Convenția de la Chicago [13], Capitolul 10 astfel:

„**Zona 1:** acoperă întreg teritoriu al statului;

Zona 2: în vecinătatea aerodromului, divizată astfel (Figura 3.2):

- **Zona 2a:** o suprafață dreptunghiulară în jurul pistei care cuprinde acostamentele pistei (banda pistei) și prelungirile degajate ale pistei (dacă există).

- **Zona 2b:** o suprafață care se extinde de la capetele Zonei 2a de la altitudinea capătului pistei, în direcția de decolare, având o lungime de 10 km, o divergență de 15% pe fiecare latură și o înclinație de 1.2%.

- **Zona 2c:** o suprafață care se extinde în afara limitelor Zonei 2a și Zonei 2b la o distanță nu mai mare de 10 km față de limitele Zonei 2a, cu o înclinație de 1.2%.

- **Zona 2d:** o suprafață în afara Zonelor 2a, 2b și 2c care se extinde până la o distanță de 45 km față de punctul de referință al aerodromului (ARP - Aerodrome Reference Point) sau până la limitele regiunii de control terminal, oricare este mai aproape.

Zona 3: o suprafață care delimitează suprafața de mișcare a aerodromului și care se extinde orizontal de la laturile pistei până la 90 metri față de ax și până la 50 metri față de laturile altor suprafețe componente ale suprafeței de mișcare (Figura 3.3).

Zona 4: o suprafață dreptunghiulară cu o lungime de 900 metri față de pragul pistei și o lățime de 60 metri stânga-dreapta față de axul prelungit al pistei în direcția de apropiere la pista instrumentală destinată pentru apropiere de precizie Categoria II sau III (Figura 3.3).

Atunci când terenul aflat la o distanță mai mare de 900 m (3000 ft) față de pragul pistei este muntos sau de înălțime semnificativă, lungimea zonei 4 poate fi extinsă până la o distanță față de pragul pistei care nu depășește 2000 m (6500 ft).” [12], [13]

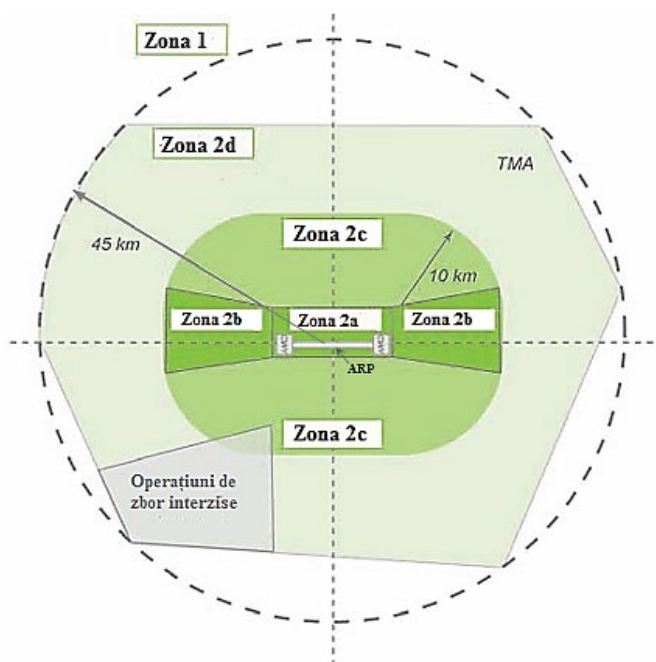


Figura 3.2. Suprafețe de culegere a datelor de teren și obstacolare, Zona 1 și Zona 2

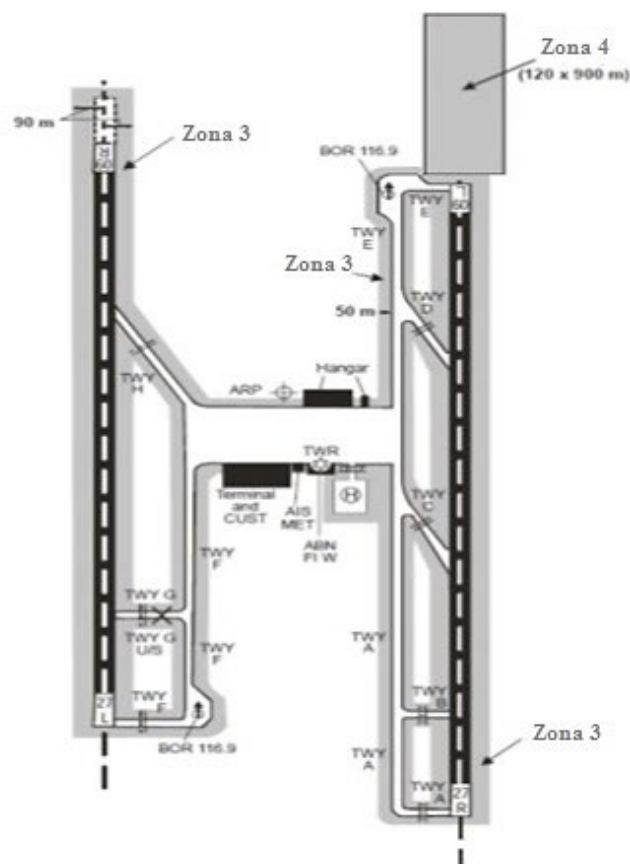


Figura 3.3. Suprafețe de culegere a datelor de teren și obstacolare, Zona 3 și Zona 4

3.1.3. Date de teren și obstacolare în format electronic

Datele electronice de teren și de obstacolare trebuie să satisfacă cerințele RACR-AIS [12], Capitolul 10 și ale ICAO Anexa 15 la Convenția de la Chicago [13], Eurocontrol TOD Manual [14] și ICAO Guidelines for Electronic Terrain, Obstacle and Aerodrome Mapping Information [15].

3.1.3.1. Seturi de date de teren

„Seturile de date de teren conțin reprezentarea digitală a suprafeței terestre, sub forma unor valori continue ale altitudinii terenului pentru toate punctele unui grid raportat la un datum comun.” [12], [13]

În funcție de suprafețele de culegere a datelor de teren și de obstacolare, se vor preciza datele de teren care trebuie să fie colectate:

„În zona determinată de o rază de 10 km față de punctul de referință al aerodromului, datele de teren trebuie să respecte specificațiile numerice ale Zonei 2.

În zona situată între limita de 10 km și limita TMA sau cea determinată de o rază de 45 km față de punctul de referință al aerodromului (valoarea care este cea mai mică dintre cele două), datele de teren care străpung planul orizontal situat la 120 m deasupra celei mai mici cote a pistei trebuie să respecte specificațiile numerice ale Zonei 2.

În zona situată între limita de 10 km și limita TMA sau cea determinată de o rază de 45 km față de punctul de referință al aerodromului (valoarea care este cea mai mică dintre cele

două), datele de teren care nu străpung planul orizontal situat la 120 m deasupra celei mai mici cote a pistei trebuie să respecte specificațiile numerice ale Zonei 1.

În acele părți ale Zonei 2 unde operațiunile de zbor sunt interzise datorită terenului foarte înalt sau datorită altor restricții și/sau reglementări locale, datele de teren trebuie să respecte specificațiile numerice ale Zonei 1.

Pentru aerodromurile utilizate în mod regulat de aviația civilă internațională, datele privind terenul trebuie furnizate pentru zona 4 pentru toate pistele pentru care s-au stabilit operațiuni de apropiere de precizie de Categoria II sau III.” [12], [13]

3.1.3.2. Seturi de date de obstacolare

Seturile de date de obstacolare cuprind reprezentarea spațială, raportată la un datum comun, a obstacolelor naturale sau artificiale, fixe sau mobile, permanente sau temporare, care penetrează suprafețele de limitare a obstacolelor, prin puncte (antene, stâlpi), linii (linii electrice) sau poligoane (clădiri).

În funcție de suprafețele de culegere a datelor de teren și de obstacolare, se vor preciza datele de obstacolare care trebuie să fie colectate:

„Zona 1: Toate obiectele a căror înălțime deasupra solului este de 100 m sau mai mare.

Zona 2a: Toate obiectele care au o înălțime de 3 m față de capătul pistei, sau aceeași altitudine ca și capătul pistei, în cazul porțiunilor referitoare la prelungirile degajate ale pistei.

Zona 2b: Toate obiectele a căror înălțime este mai mare de 3 m față de sol.

Zona 2c: Toate obiectele a căror înălțime este mai mare de 15 m față de sol.

Zona 2d: Toate obiectele a căror înălțime este de 100 m deasupra solului sau mai mare.

În acele părți ale Zonei 2 unde operațiunile de zbor sunt interzise datorită terenului foarte înalt sau datorită unor restricții și/sau reglementări locale, datele de obstacolare trebuie colectate și înregistrate conform specificațiilor numerice ale Zonei 1.

Zona 3: Toate obiectele care sunt cuprinse în suprafața extinsă cu 0,5 m deasupra planului orizontal care trece prin cel mai apropiat punct situat pe suprafața de mișcare a aerodromului.

Zona 4: În Zona 4 datele de obstacolare trebuie să fie furnizate pentru toate aerodromurile utilizate în mod regulat de aviația civilă internațională, cu piste pe care s-au stabilit operațiuni de apropiere de Categoria II sau III.” [12], [13]

3.2. Niveluri de abstractizare ale modelului de date

Principalul obiectiv al unei baze de date este de a separa descrierea datelor față de programele de aplicații. În acest context, este nevoie de o abstractizare a datelor pe trei niveluri de reprezentare și percepție și anume:

3.2.1. Modelul conceptual

Prin conceptualizare, se identifică specificațiile la nivel de conținut al bazei de date.

Se definesc principalele tipuri de entități care sunt reprezentate în clase de obiecte (feature class), geometria acestora, atributele, valorile predefinite și relațiile dintre acestea (Figura 3.4).

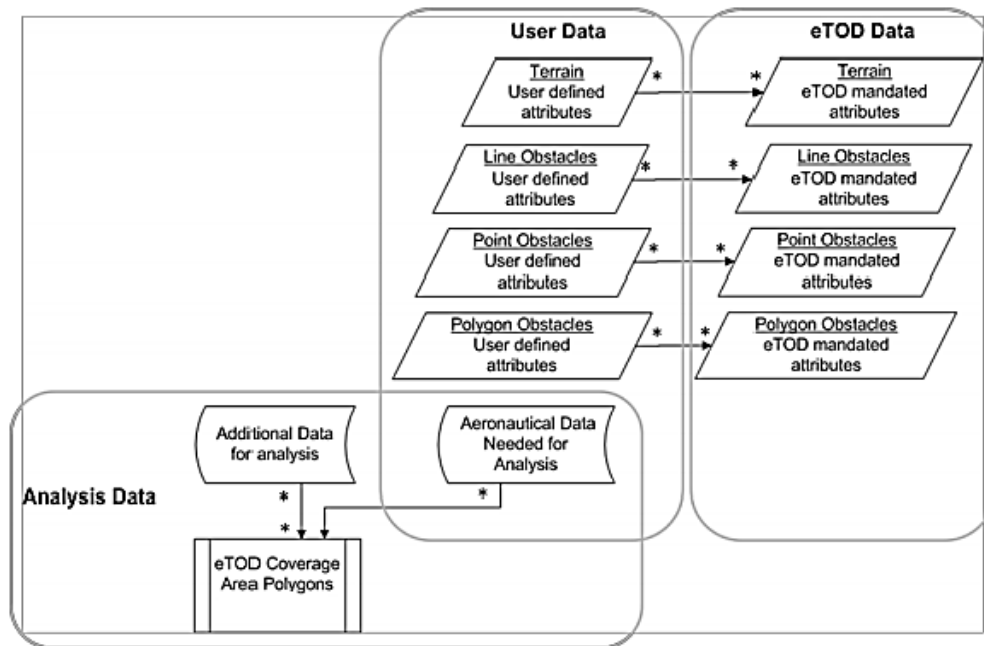


Figura 3.4. Modelul conceptual eTOD [8]

3.2.2. Modelul logic

Modelul logic traduce reprezentarea conceptuală prin crearea diagramelor și a listelor ce descriu obiectele prin atribute și tipurile de interacțiune dintre acestea (Figura 3.5).

Acest tip de modelare este independentă din punct de vedere al implementării.

UML (*Unified Modeling Language*) reprezintă un limbaj universal de modelare, un instrument de modelare vizuală, prin care se creează structura bazei de date în format Geodatabase: seturi de clase de elemente (*Feature Dataset*), clase de elemente (*Feature Class*) și tabele.

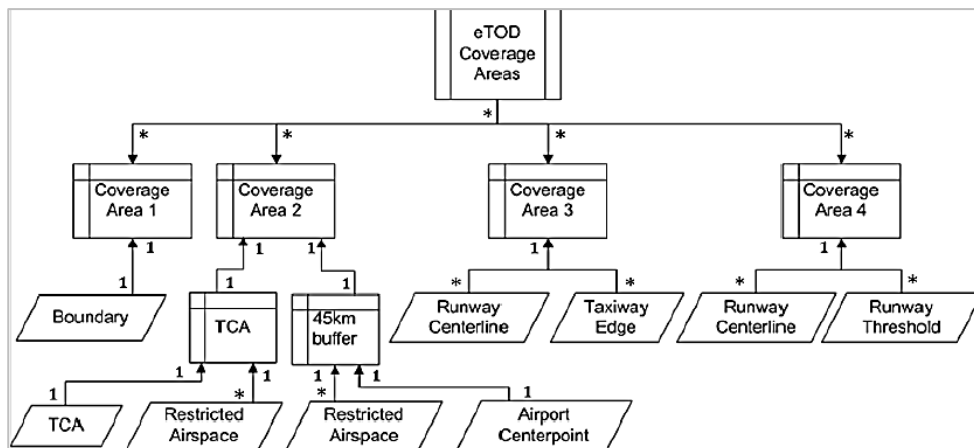


Figura 3.5. Modelul logic, diagrama zonelor de acoperire eTOD și a relațiilor dintre acestea [8]

3.2.3. Modelul fizic

Modelul fizic descrie fișierele sau tabelele utilizate pentru a stoca datele, relațiile dintre tipurile de obiecte și funcțiile care pot fi realizate (Figura 3.6).

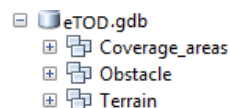


Figura 3.6. Modelul fizic, structura bazei de date

3.3. Metadata

Un document de metadata este un fișier în format XML (*eXtensible Mark-up Language*) ce încorporează caracteristicile unui set de date sau informația aferentă unei resurse.

Metadatale reprezintă date despre conținutul, calitatea sau alte caracteristici ale datelor spațiale. O cerință importantă pentru proiectarea unei baze de date o reprezintă descrierile complete prin metadata, la nivel de structură, conținut, acuratețe a seturilor de date. [6]

Elementele de metadata necesare pentru determinarea locației unui set de date cuprind (Tabel 3.3, Tabel 3.4):

- Identificarea setului de date print-un cod/nume unic în cadrul tuturor seturilor de date. Tabelele cu date atribut (textuale), conțin chei unice de identificare, identificatori, care permit relaționarea dintre datele atribut (stocate în baza de date) și datele grafice.
- Organizație
- Rolul organizației responsabilă pentru furnizarea datelor, organizație producătoare.
- Metoda de culegere a datelor
- Sistem de referință spațială
- Limita de reprezentare, tipul suprafeței
- Calitatea datelor: rezoluție, acuratețe, integritate
- Data
- Actualitatea
- Trasabilitatea

Tabel 3.3. Specificații numerice pentru datele de teren [12], [13], [14], [15]

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Pasul (între 2 puncte succesive măsurate)	3 secunde de arc (aprox. 90 m)	1 secunda de arc (aprox. 30 m)	0,6 secunde de arc (aprox. 20 m)	0,3 secunde de arc (aprox. 9 m)
Acuratețe verticală	30 m	3 m	0,5 m	1 m
Rezoluție verticală	1 m	0,1 m	0,01 m	0,1 m
Acuratețe orizontală	50 m	5 m	0,5 m	2,5 m
Gradul de încredere	90%	90%	90%	90%
Clasificarea integrității	de rutină	esențiale	esențiale	esențiale
Perioada de actualizare	după cum este necesar	după cum este necesar	după cum este necesar	după cum este necesar

Tabel 3.4. Specificații numerice pentru datele de obstacolare [12], [13], [14], [15]

	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Acuratețe verticală	30 m	3 m	0,5 m	1 m
Rezoluție verticală	1 m	0,1 m	0,01 m	0,1 m
Acuratețe orizontală	50 m	5 m	0,5 m	2,5 m
Gradul de încredere	90%	90%	90%	90%
Clasificarea integrității	de rutină	esențiale	esențiale	esențiale
Perioada de actualizare	după cum este necesar	după cum este necesar	după cum este necesar	după cum este necesar

În utilizarea metadatelor, pot apărea erori sau acestea pot fi incomplete, în funcție de proveniență. Furnizorul datelor are responsabilitatea de a oferi o descriere pentru metadatele disponibile.

Metadate ale metadatelor:

Printr-un model de metadate se definesc metadatele obligatorii sau opționale și condițiile pentru metadatele obligatorii (condițional metadata). [6] (Tabel 3.5, Tabel 3.6). Această constrângere la nivel de apariție a unui element de metadate se identifică prin cardinalitate.

Tabel 3.5. Atributele terenului [12], [13], [14], [15]

<i>Atributul terenului</i>	<i>Obligativ/Optional</i>
Zona de acoperire	Obligativ
Identificatorul autorului datelor	Obligativ
Identificatorul sursei datelor	Obligativ
Metoda de achiziție	Obligativ
Pasul	Obligativ
Sistemul de referință orizontal	Obligativ
Rezoluția orizontală	Obligativ
Acuratețea orizontală	Obligativ
Nivelul de încredere pe orizontală	Obligativ
Poziția orizontală	Obligativ
Altitudinea	Obligativ
Referința altitudinii	Obligativ
Sistemul de referință verticală	Obligativ
Rezoluția verticală	Obligativ
Acuratețea verticală	Obligativ
Nivelul de încredere pe verticală	Obligativ
Tipul suprafeței	Opțional
Suprafața înregistrată	Obligativ
Nivelul de străpungere	Opțional
Variații cunoscute	Opțional
Integritatea	Obligativ
Indicarea datei și orei	Obligativ
Unitate de măsură utilizată	Obligativ

Tabel 3.6. Atributele obstacolelor [12], [13], [14], [15]

<i>Atributul obstacolului</i>	<i>Obligativ/Optional</i>
Zona de acoperire	Obligativ
Identificatorul autorului datelor	Obligativ
Identificatorul sursei datelor	Obligativ
Identificatorul obstacolului	Obligativ
Acuratețea orizontală	Obligativ
Nivelul de încredere pe orizontală	Obligativ
Poziția orizontală	Obligativ
Rezoluția orizontală	Obligativ
Întinderea orizontală	Obligativ
Sistemul de referință orizontal	Obligativ
Altitudinea	Obligativ
Înălțimea	Opțional
Acuratețea verticală	Obligativ
Nivelul de încredere pe verticală	Obligativ
Rezoluția verticală	Obligativ
Sistemul de referință vertical	Obligativ

Atributul obstacolului	Obligatoriu/Opțional
Tipul obstacolului	Obligatoriu
Geometria	Obligatoriu
Integritatea	Obligatoriu
Indicarea datei și orei	Obligatoriu
Unitate de măsură utilizată	Obligatoriu
Operațiuni	Opțional
Aplicabilitatea	Opțional
Sistemul luminos	Obligatoriu
Marcajul	Obligatoriu

3.4. Schimbul de date aeronautice

AIXM (*The Aeronautical Information Exchange Model*) prezintă limbajul XML utilizat pentru descrierea, stocarea, transferul și utilizarea informației aeronautice. Totodată, permite codificarea standardizată a informației aeronautice și distribuirea acesteia în format digital, acesta fiind scopul Cerințelor de calitate a datelor (*Aeronautical Data Quality - ADQ*), dezvoltat conform regulamentului privind interoperabilitatea, în cadrul Cerului Unic European (*Single European Sky - SES*). [16]

AIXM devine rapid standardul global pentru datele aeronautice, utilizate de către ICAO (International Civil Aviation Organization), FAA (Federal Aviation Administration), NGA (National Geospatial Intelligence Agency), EUROCONTROL (European Organization for the Safety of Air Navigation).

În domeniul aeronautic, AIXM a fost dezvoltat pentru a gestiona Modelul Conceptual AIXM prin descrierea domeniului informației aeronautice ca o colecție de caracteristici, proprietăți și relații, folosind UML și a distribui datele Serviciilor de Informare Aeronautică (Aeronautical Information Services - AIS) în format digital (AIXM XML Schema). [16]

Clasele GM_Curve, GM_Point și GM_Surface sunt folosite în modelul AIXM UML ca bază pentru un lanț de moștenire, relația dintre acestea reiese din următoarea diagramă (Figura 3.7). [16]

Clasele AIXM Point sau ElevatedPoint, sunt utilizate pentru modelarea poziției caracteristicilor aeronautice, care au geometrie de tip punct, cum ar fi punctul de referință al aerodromului (ARP). [16]

Clasele AIXM Curve sau ElevatedCurve, sunt utilizate pentru modelarea extinderii orizontale a caracteristicilor aeronautice, care au geometrie de tip de linie / curbă, cum ar fi VerticalStructure (Obstacol). [16]

Clasele AIXM Surface sau ElevatedSurface, sunt utilizate pentru modelarea limitelor orizontale ale caracteristicilor aeronautice, care au geometrie de tip de suprafață, cum ar fi VerticalStructure (Obstacol). [16]

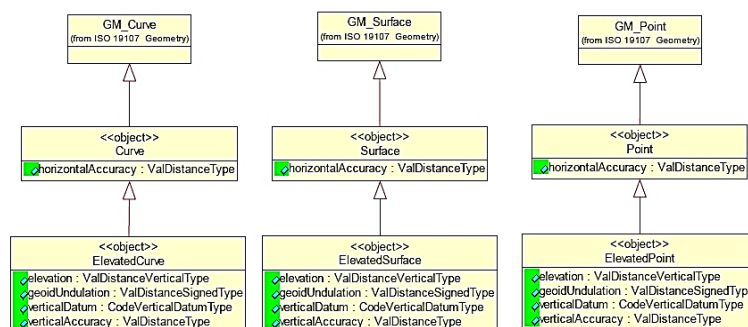


Figura 3.7. Diagrama claselor în limbaj UML, AIXM [16]

Acest model este necesar în aviație datorită dependenței tot mai mare de informații aeronautice coerente, de calitate și în timp util, care poate fi realizată numai prin automatizare. [16]

Totodată, AIXM prezintă următoarele avantaje:

- Un limbaj comun pentru exprimarea informației aeronautice pentru interpretarea computerizată, dar, de asemenea, ușor de citit și de către utilizator în scopul dezvoltării, validării sau verificării.
- Creșterea siguranței prin integritatea și actualitatea datelor îmbunătățite
- Reducerea costurilor prin reutilizarea software-ului și a modelului de date și îmbunătățirea controlului și integrării calității datelor. [16]

3.5. Soluții existente pentru sistemele informaționale specifice domeniului aeronautic

Pentru a răspunde nevoilor emergente și pentru a asigura desfășurarea activităților în siguranță, se dorește îmbunătățirea fluxurilor de lucru și managementul datelor pentru planificarea navigației aeriene. Astfel, necesitatea unor sisteme informaționale complexe ce găzduiesc datele spațiale globale, prin adoptarea unor procedee pentru a sprijini coordonarea între state, ar crește frecvența actualizării datelor și totodată optimizarea organizării muncii de zi cu zi.

Se prezintă câteva dintre soluțiile existente:

3.5.1. Platforma ESRI - extensia ArcGIS for Aviation pentru ArcGIS Desktop

Susținând nevoile particulare ale acestei industrii, ESRI (Environmental Systems Research Institute) a dezvoltat **Aeronautical Solution**, o extensie ArcGIS, grupată în **ArcGIS for Aviation: Charting** și **ArcGIS for Aviation: Airports**, optimizată atât pentru crearea, vizualizarea, analizarea, actualizarea, administrarea seturilor de date aeronautice și diseminarea informației aeronautice, cât și pentru producerea și mentenanța hărților aeronautice.

Extensiile Desktop ArcGIS Data Interoperability, ArcGIS Workflow Manager, ArcGIS Spatial Analyst și ArcGIS 3D Analyst permit o analiză complexă a datelor spațiale.

Pachetul ArcGIS Airports cuprinde:

- standardele impuse de ICAO;
- validarea datelor (Figura 3.8);
- operațiuni bazate pe fluxuri de lucru (Figura 3.9);
- tranziția informației în format digital, actualizarea, gestionarea acesteia, asigurarea trasabilității;
- instrumente pentru identificarea automată a obstacolelor (Figura 3.10);
- modelări pentru fluxuri de lucru, analize 3D (Figura 3.11);
- produse preconfigurate: șabloane pentru întocmirea hărților aeronautice
- formatul AIXM pentru schimbul de date.

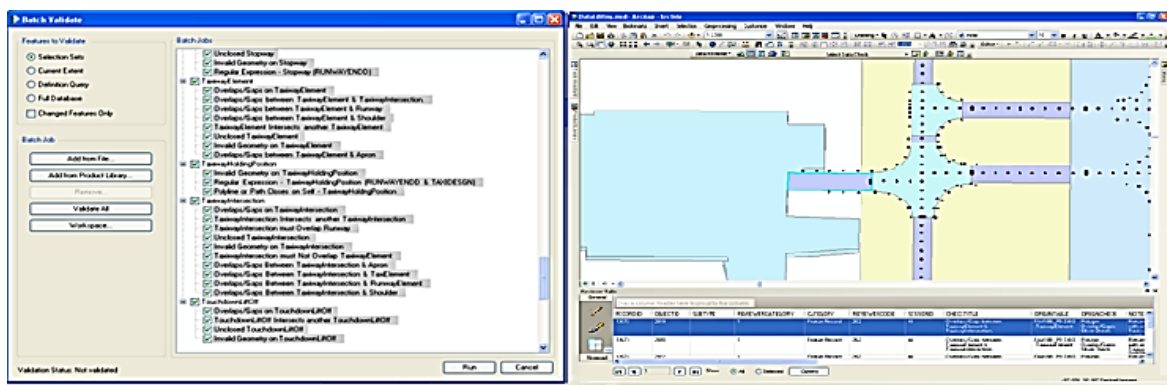


Figura 3.8. Validarea datelor [17]

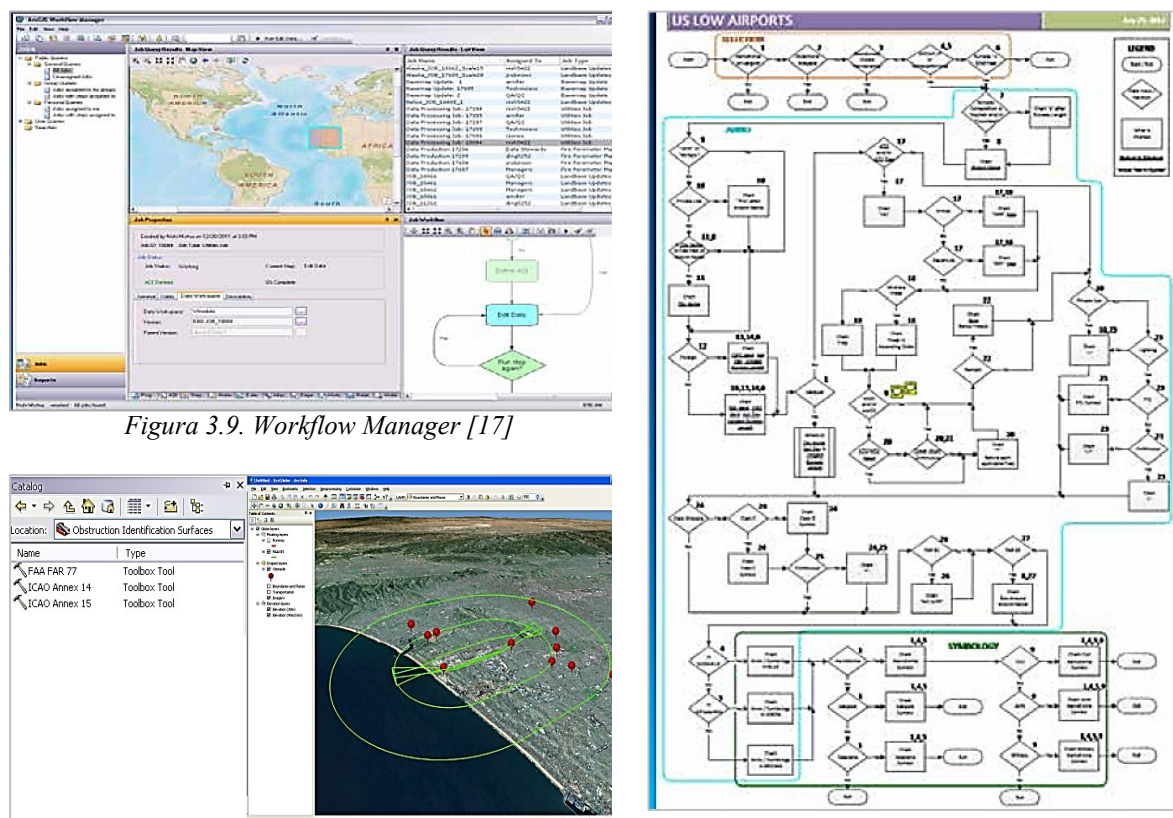


Figura 3.9. Workflow Manager [17]

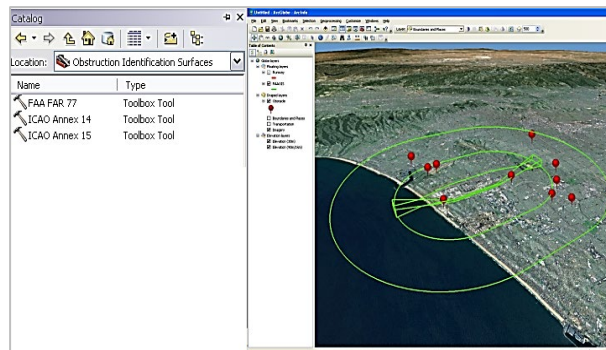


Figura 3.10. Analiză spațială pentru identificarea obstacolelor [17]

ESRI implementează **eTOD (Electronic Terrain and Obstacle Database)** în schema modelului AIS, prin crearea claselor de obiecte *PointObstacle*, *LineObstacle*, *PolygonalObstacle* și *ObstacleArea*, introducerea acestora și a claselor de relații dintre acestea, *PointObstacleArea*, *LineObstacleArea* și *PolygonalObstacleArea*, în fluxul de lucru.

De asemenea, setul de instrumente **Production Line Tool Set (PLTS)** pentru ArcGIS Aeronautical Solution este proiectat pentru creșterea eficienței eTOD.

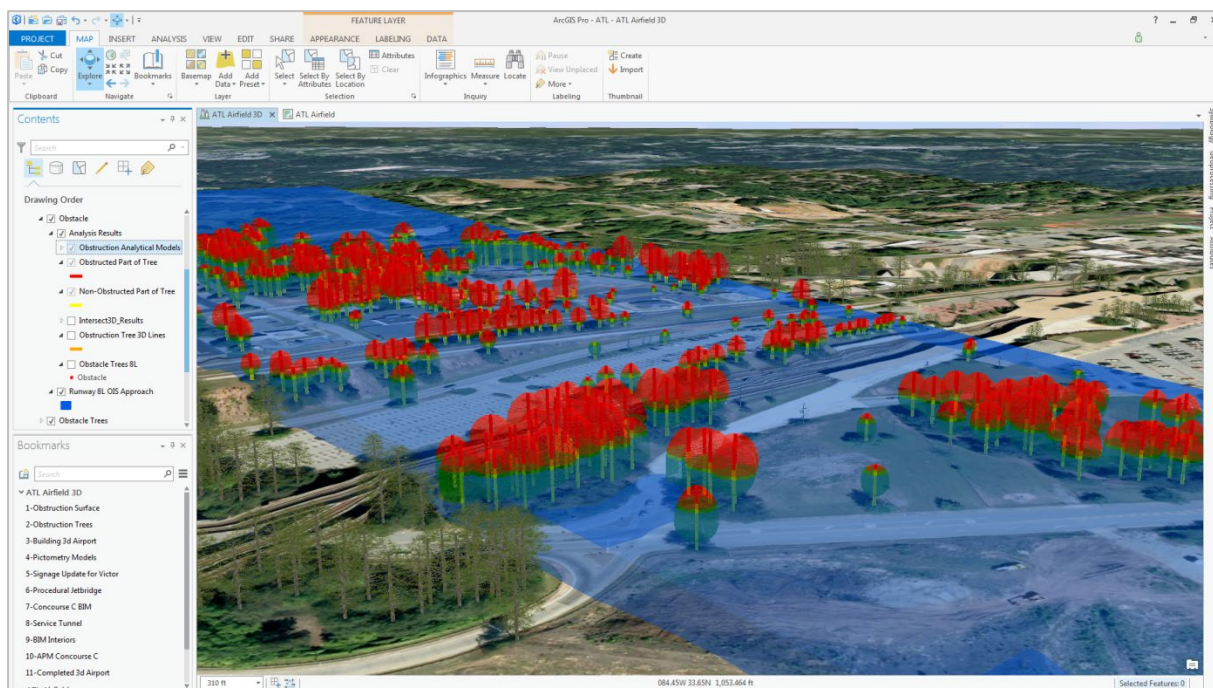


Figura 3.11. Analiză spațială utilizând ArcGIS Pro pentru determinarea obstacolelor [17]

Aplicația **ESRI Online Flex** face posibilă publicarea analizei suprafețelor OIS și identificarea obstacolelor (Figura 3.12) folosind servicii web.

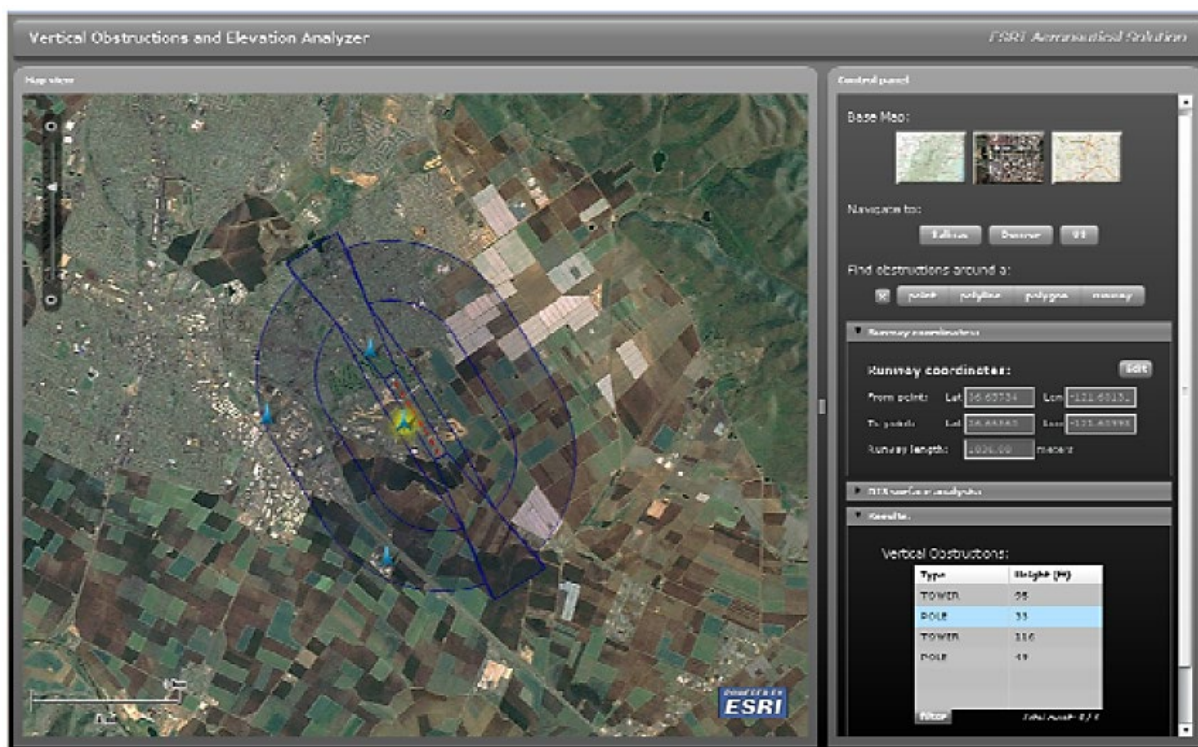
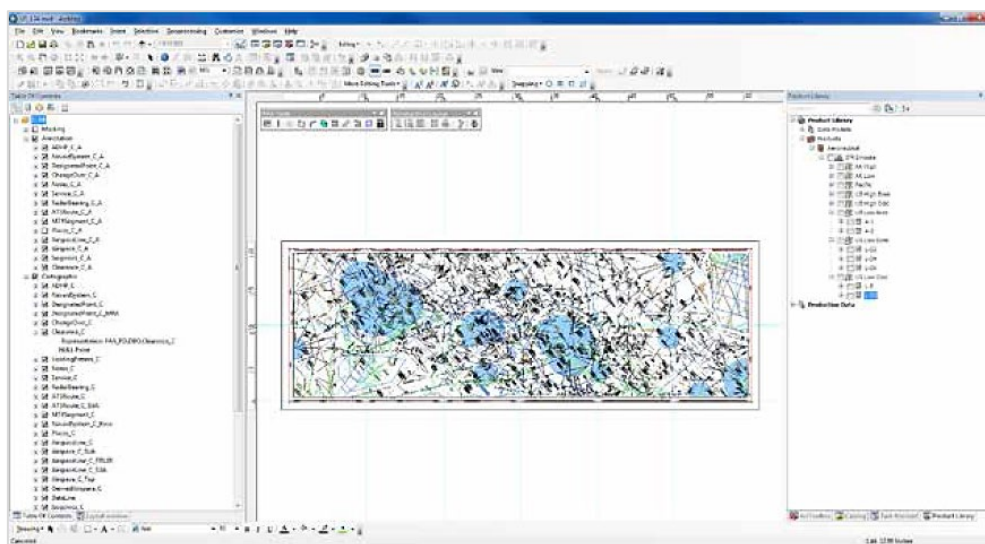
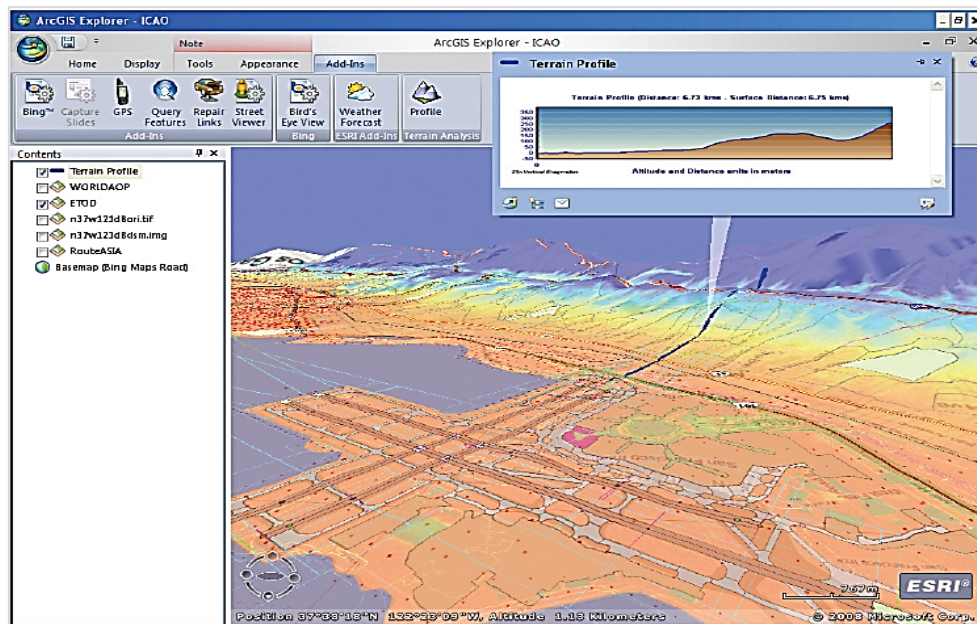


Figura 3.12. Servicii web publicate prin Online Flex, analiza obstacolelor [17]

Portalul ICAO **electronic Air Navigation Planning (eANP)** oferă utilizatorilor autorizați posibilitatea de a importa, stoca, manipula și analiza datele aeronautice în scopul planificării navigației aeriene, într-un server ICAO (Figura 3.13).



Produsul **3D Aerodromes** oferă tehnologia software și fluxuri de lucru pentru a integra date din teledetecție, date de teren și obstacolare, date în format CAD și se bazează pe mediul GIS, utilizând extensia ArcGIS for Aviation pentru a crea și menține seturi de date aeronautice digitale, a gestiona informația și procesele de date (Figura 3.14).

3.5.2. Plataforma IDS - Suíta eTOD

Platforma IDS, INGEGNERIA DEI SISTEMI, oferă la nivel mondial, un set de soluții și servicii flexibile, de la proiectare și analiză, la gestionarea datelor și diseminarea acestora. Dintre acestea, de menționat sunt:

- Gestionarea datelor de teren și obstacolare în format electronic pentru aeroporturi (eTOD Airport and Obstacle Data Management), inclusiv formatul pentru schimbul de date AIXM 5.1
- Servicii de informare aeronautică și management, în conformitate cu cerințele ICAO pentru calitatea datelor și integritate
- Tranziția de la Servicii de informare aeronautică (Aeronautical Information Services AIS) la Managementul informației aeronautice (Aeronautical Information Management AIM)
- Trasabilitatea datelor
- Proceduri de zbor și proiectarea spațiului aerian, a rutelor
- Dezvoltarea și validarea procedurilor operaționale
- Hărți aeronautice în mediul GIS (GIS Charting) și pentru Publicații de Informare Aeronautică (Aeronautical Information Publications AIP) și servicii Web
- Instrumente de analiză și modelare 3D electromagnetică pentru comunicații, navigație și supraveghere
- Evaluare operațională în timp real prin simulator turn de control și cabină de pilotaj

Suita eTOD de instrumente software a platformei IDS este proiectată să gestioneze datele de teren și de obstacolare, asigurând cerințele de calitate. Principalele sale funcționalități includ administrarea datelor, raportarea și procesarea, făcând posibilă modelarea suprafețelor aeroportuare și întocmirea hărților de obstacole ICAO.

eTOD este compusă din patru produse care pot fi utilizate individual sau în combinație și anume:

- eTOD Data Manager
- eTOD Airport Data Analyzer
- eTOD Obstacle Chart Builder
- eTOD Obstacle Permission Manager

eTOD Data Manager oferă toate instrumentele necesare pentru a importa, integra, gestiona și livra informația aeronautică, datele de teren și datele de obstacolare, în conformitate cu ICAO Anexa 15 [13]. În același timp, importă și validează tipuri diferite de date, cum ar fi: modele digitale DTM, DSM, ortofotoplanuri, fișiere raster, fișiere vector. Informația este importată în modelul de date AIXM, care are capacitatea de a adăuga valori predefinite unde lipsesc atribute. (Figura 3.15, Figura 3.16, Figura 3.17).

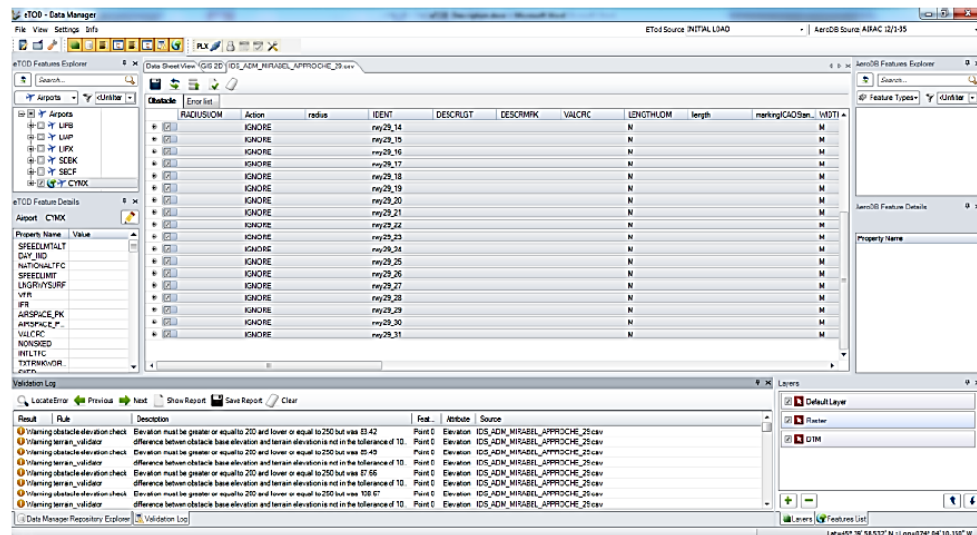


Figura 3.15. Interfață pentru validarea datelor [18]

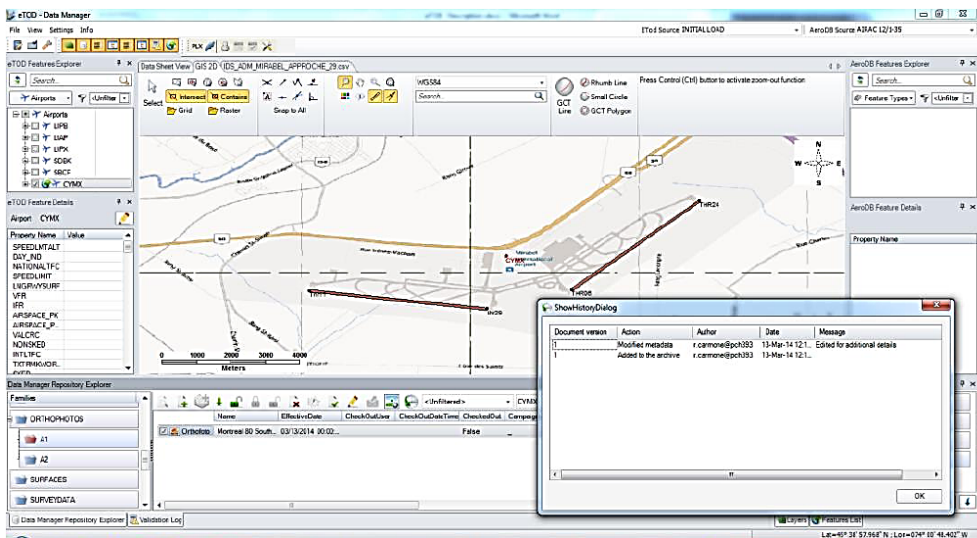


Figura 3.16. Interfață eTOD Data Manager [18]

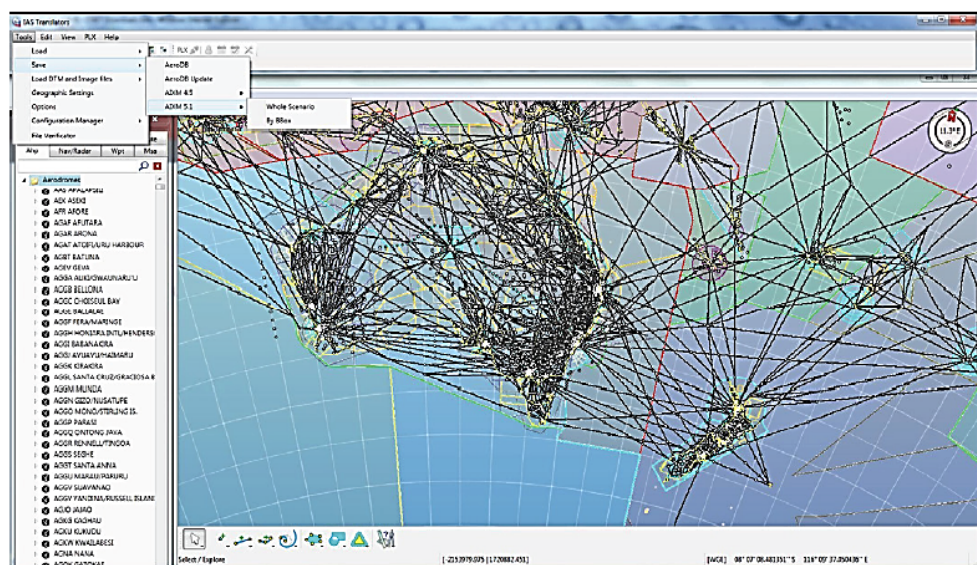


Figura 3.17. Importul în AISM [18]

eTOD Airport Data Analyzer, bazat pe o platformă GIS/CAD, permite utilizatorului să încarce datele despre piste, căi de rulare, apron, structuri verticale, suprafețe construite, puncte de control, obstacole și teren pentru a le analiza împreună cu suprafețele de limitare a obstacolelor (Figura 3.18).

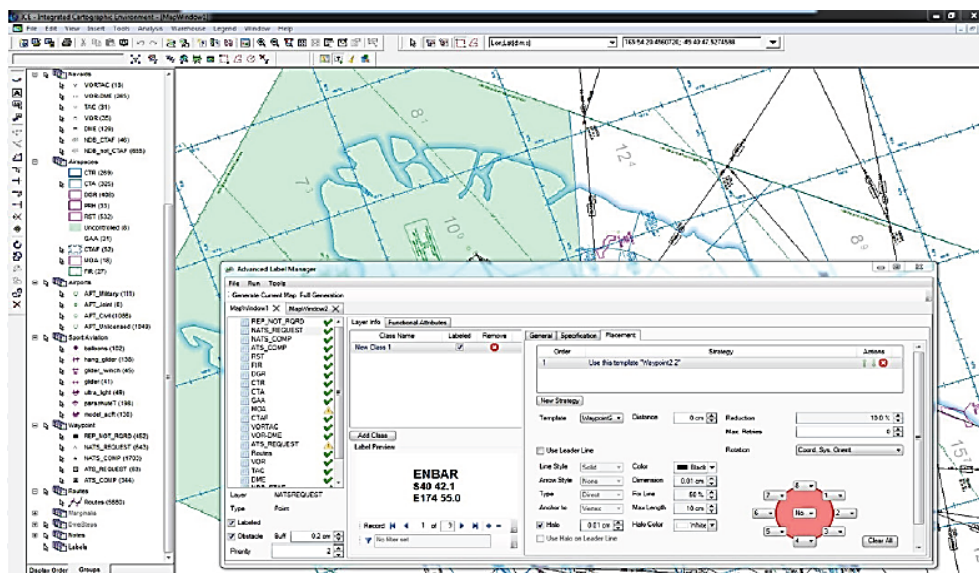


Figura 3.18. Interfață *eTOD Airport Data Analyzer* [18]

eTOD Obstacle Permission Manager este subsistemul *eTOD* dedicat pentru gestionarea proceselor prin care obstacolele sunt identificate, planificate, măsurate și publicate. Proprietarii de obstacole care doresc să construiască, să modifice dimensiunile unui obstacol existent sau să elimine un obstacol existent, pot trimite o cerere utilizând aplicația web. Prin această aplicație web, utilizatorul află dacă cererea sa are un impact asupra desfășurării în siguranță a operațiunilor aeronautice și dacă este necesară o aprobare aeronautică.

eTOD Obstacle Chart Builder permite extragerea informației necesare pentru întocmirea hărților aeronautice ICAO, permite utilizatorului să definească șabloane într-un mediu grafic.

4. Considerații finale

În acest context, gestionarea datelor spațiale s-a realizat cu dificultate datorită volumului ridicat și al provenienței acestora din diverse surse, însă implementarea unui sistem informațional și integrarea datelor pentru analize complexe și validări a informației aduce avantaje și dezvoltări viitoare.

Analizând soluțiile specifice existente, am identificat anumite aspecte ce se pot îmbunătăți.

Pentru ca algoritmi specifici de prelucrare dezvoltați în cadrul oricărei aplicații sau platforme să returneze un rezultat de încredere, garantând astfel calitatea datelor, se ia în considerare aplicarea unei serii de pași de pre-procesare a datelor spațiale. Optimizarea și standardizarea acestui proces duce la consolidarea și eficientizarea întregului flux de lucru.

Utilizarea sistemelor informaționale specifice domeniului aeronautic asigură calitatea datelor și informațiilor aeronautice și partajarea resurselor pentru o creștere sustenabilă.

5. BIBLIOGRAFIE

- [1] Neuner, J., 2000. Sisteme de poziționare globală, Editura Matrix Rom, București, ISBN 973-685-180-X
- [2] Coșarcă, C., 2009. Sisteme de măsurare în industrie, Editura Conspress, ISBN 978-973-100-077-0
- [3] Artés, F., LiDAR and Digital Imaging. Multi-Sensor Technology for a Streamlined Digital Environment, Applanix Corporation
- [4] Badea, D., 2011. Metode fotogrammetrice de obținere a modelului digital altimetric, Teză de Doctorat, Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Geodezie
- [5] National Geodetic Survey, National Ocean Service, National Oceanic & Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, 2009. Light Detection and Ranging (LiDAR) Requirements, Scope of Work for Airport Surveying, NOAA Aeronautical Survey Program, Remote Sensing Division.
- [6] Oana, C. Standardizarea datelor spațiale, Master Sisteme informaționale geografice, Universitatea de Vest, Timișoara
- [7] Docan, D.C., 2016. Modelare spațială și topologie, Note de curs, Facultatea de Geodezie, Universitatea Tehnică de Construcții București
- [8] Robinson, D.D., 2009. GIS for Airports, Electronic Terrain and Obstacle Data Model, University of Redlands
- [9] Ministerul Transporturilor, 2015. Reglementare aeronautică civilă română, RACR-AD-PETA "Proiectarea și exploatarea tehnică a aerodromurilor", ediția 2/2015
- [10] ICAO, 2016. Aerodromes, Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation Vol. 1, Aerodrome Design and Operations, 7th edition, July 2016
- [11] ICAO, 1983. Airport Services Manual, Doc 9137, Part 6, 2nd edition
- [12] Ministerul Transporturilor, 2015. Reglementare aeronautică civilă română, RACR- AIS "Serviciul de informare aeronautică", ediția 3/2015
- [13] ICAO, 2016. Aeronautical Information Services, Annex 15 to the Convention on International Civil Aviation, 15th edition, July 2016
- [14] European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL), Institute of Geodesy and Navigation (IfEN), 2011. Terrain and Obstacle Data Manual, European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL)
- [15] ICAO, 2004b. Guidelines for Electronic Terrain, Obstacle and Aerodrome Mapping Information, International Civil Aviation Organization (ICAO), Doc. 9881.
- [16] EUROCONTROL, 2012. Guidelines - Use of AIXM 5.1 in relation to the AIX Specification
- [17] <http://www.esri.com/industries/airports-aviation>
- [18] <http://idscorporation.com/>
- [19] Mannino, M.D., Nobiletti, A., The support of analysis tools to flight inspection activities, IDS Ingegneria Dei Sistemi S.p.A.