

**Sisteme informatice inteligente
pentru asistarea deciziilor
în medii cu predictibilitate redusă**



Colegiul științific:

Prof. univ. dr. Ion Smeureanu
Prof. univ. dr. Manole Velicanu
Prof. univ. dr. Marian Dârdală
Prof. univ. dr. Paul Pocatilu
Conf. univ. dr. Răzvan Bologna
Conf. univ. dr. Cătălin Boja
Conf. univ. dr. Marius Emanuel Popa
Conf. univ. dr. Cristian-Valeriu Toma

Adela BÂRA
coordonator

Simona Vasilica OPREA
Iuliana BOTHA
Anda BELCIU

**Sisteme informatice inteligente
pentru asistarea deciziilor
în medii cu predictibilitate redusă**

Colecția
Informatică

Editura ASE
București
2017



ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE DIN BUCUREȘTI

Copyright © 2017, Editura ASE

Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate editurii.

Editura ASE

Piața Romană nr. 6, sector 1, București, România

cod 010374

www.ase.ro

www.editura.ase.ro

editura@ase.ro

Referenți:

Prof. univ. dr. Paul Pocatilu

Prof. univ. dr. Manole Velicanu

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

Sisteme informatice inteligente pentru asistarea deciziilor în medii cu predictibilitate redusă / Adela Bâra (coord.), Simona Vasilica Oprea, Iuliana Botha, Anda Belciu. – București : Editura ASE, 2017

Conține bibliografie

ISBN 978-606-34-0149-7

I. Bâra, Adela (coord.)

II. Oprea, Simona Vasilica

III. Botha, Iuliana

IV. Belciu, Anda

004

Editura ASE

Redactare, tehnoredactare și copertă: Claudia-Marinela Dumitru

Autorii își asumă întreaga responsabilitate pentru ideile exprimate, pentru originalitatea materialului și pentru sursele bibliografice menționate.

Cuprins

Introducere	9
--------------------------	----------

SECȚIUNEA A

Studiul modalităților de implementare a sistemelor suport pentru decizii în cadrul unităților naționale producătoare de energie eoliană și propunerea unui model eficient de integrare, predicție și analiză a datelor	11
---	-----------

1. Analiza situației existente în cadrul unităților la nivel decizional, precum și a modalităților de implementare a unui sistem de asistare a deciziilor.....	11
---	-----------

1.1 Structura sectorului energetic național și identificarea principalelor fluxuri informaționale.....	14
1.2 Analiza principalelor tipuri de resurse energetice utilizate în SEN	16
1.2.1 Resurse fosile de energie	17
1.2.2 Energia nucleară	19
1.2.3 Resursele regenerabile de energie.....	19
1.3 Caracteristicile producției de energie eoliană și cerințele minime impuse centralelor energetice eoliene în vederea integrării în SEN.....	24
1.3.1 Premisele utilizării energiei eoliene	24
1.3.2 Caracteristici și cerințe impuse centralelor energetice eoliene (CEE) ..	26
1.3.3 Stadiul integrării energiei eoliene în cadrul SEN	27
1.4 Modalități de integrare a energiei eoliene în SEN și impactul asupra sistemului decizional.....	31
1.4.1 Aspecte tehnice – caracteristici specifice și impactul asupra rezervelor de putere din sistem	31
1.4.2 Aspecte financiare	40
1.4.3 Aspecte comerciale. Impactul CEE asupra pieței de energie electrică din România	43
1.4.4 Aspecte de mediu	44

2. Propunerea unui model conceptual de perfecționare a procesului decizional folosind sisteme informatice	45
--	-----------

2.1 Necesitatea implementării unui sistem pentru asistarea deciziilor în domeniul producerii de energie electrică din surse regenerabile	45
2.2 Caracteristicile și arhitectura sistemelor suport pentru decizii	47
2.3 Model conceptual de sistem informatic pentru asistarea procesului decizional la nivelul unităților CEE din SEN	52

3. Propunerea unei soluții informatice pentru asistarea procesului decizional în cadrul unităților CEE	55
3.1 Soluții pentru organizarea și integrarea datelor	55
3.1.1 Tehnologii informatice de organizare a datelor	55
3.1.2 Tehnologii informatice de integrare a datelor	57
3.2 Soluții pentru previziunea producției de energie din surse eoliene	68
3.2.1 Extrapolarea tendințelor pe baza evoluției în trecut a fenomenelor	69
3.2.2 Modelele econometrice ARMA / ARIMA	70
3.2.3 Metode de inteligență artificială – rețele neuronale	71
3.2.4 Considerații privind algoritmi data mining	72
3.3 Soluții pentru reprezentarea datelor spațiale.....	81
3.4 Soluții pentru integrarea aplicațiilor	87
3.5 Soluții pentru analiza dinamică și prezentarea datelor.....	91

SECȚIUNEA B

Analiza și proiectarea prototipului	95
--	-----------

4. Analiza și proiectarea subsistemului de achiziție a datelor operaționale existente	95
4.1 Elemente relațional-obiectuale ale modelului de date	95
4.2 Etapele urmărite în realizarea bazei de date relațional-obiectuale.....	97
4.3 Elemente spațiale	102
4.4 Proiectarea și implementarea bazei de date	105

5. Analiza și proiectarea metadatelor și a procesului de extragere, transformare și încărcare a datelor (ETI)	111
5.1 Proiectarea obiectelor depozitului de date utilizat pentru analiza multidimensională.....	111
5.2 Proiectarea mapărilor dintre obiectele depozitului și baza de date	113
5.3 Analiza și proiectarea modelelor de analiză a datelor folosind tehnologii și instrumente de inteligență afacerilor	116
5.3.1 Modelul de prezentare a datelor folosind tehnologii Web	116
5.3.2 Modelul de reprezentare a datelor spațiale	127

SECȚIUNEA C

Realizarea funcționalităților prototipului de sistem suport pentru asistarea procesului decizional	131
---	------------

6. Realizarea subsistemului de predicție	131
6.1 Necesitatea realizării subsistemului de predicție a energiei produse de CEE.....	131
6.2 Propunerea unui model eficient de predicție a energiei produse din surse eoliene	135

6.2.1 Componenta de predicție a evoluției factorilor meteorologici	137
6.2.2 Componenta de predicție a energiei eoliene	141
6.2.2.1 Aplicarea algoritmului Naïve Bayes	143
6.2.2.2 Utilizarea arborilor de decizie	145
6.2.2.3 Implementarea algoritmului de regresie	146
6.2.3 Componenta de modelare și simulare a funcționării centralelor eoliene	152
7. Realizarea subsistemului de organizare și analiză a datelor.....	158
7.1 Realizarea depozitului de date	158
7.2 Realizarea interfeței și a machetelor de analiză a datelor	166
7.2.1 Realizarea interfețelor pentru monitorizarea activităților curente la nivel central	166
7.2.2 Realizarea rapoartelor analitice la nivel central	170
 SECȚIUNEA D	
Implementarea și evaluarea prototipului realizat.....	177
8. Implementarea prototipului.....	177
8.1 Modalități de implementare a prototipului de sistem suport pentru decizii	177
8.2 Implementarea funcționalităților sistemului	185
8.2.1 Rafinarea arhitecturii sistemului	185
8.2.2 Rafinarea și implementarea interfeței la nivelul unităților locale	186
8.2.3 Rafinarea și implementarea interfeței la nivel central	190
8.3 Implementarea rapoartelor analitice	196
8.3.1 Construirea modelului datelor în Oracle Business Intelligence Administration	196
8.3.2 Construirea rapoartelor analitice în Oracle Business Intelligence Answers	199
8.3.3 Realizarea tabloului de bord – Wind Dashboard	206
9. Evaluarea performanțelor prototipului.....	207
9.1 Evaluarea prototipului.....	207
9.2 Analiza funcționalităților prototipului realizat și îmbunătățirea acestora	209
Concluzii	211
Bibliografie	213
Anexe.....	225
Anexa 1. Definiții și abrevieri.....	225
Anexa 2. Exemple de proceduri utilizate în realizarea prototipului.....	228
Abstract.....	243
Contents	245