

ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE BUCUREȘTI
Facultatea de Cibernetică, Statistică și Informatică Economică

Cod Proiect: PN-II-RU-TE-2009-1 (332)
Nr. Contract: 44/03.08.2010

SINTEZA RAPORTULUI DE CERCETARE

SOLUȚII INFORMATICE PENTRU ASISTAREA PROCESULUI DECIZIONAL ÎN MEDIILE INCERTE ȘI CU EVOLUȚII PUȚIN PREDICTIBILE ÎN VEDEREA INTEGRĂRII ÎN REȚELE DE TIP GRID

Obiective:

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 (I)

Activități:

- Analiza situației existente în cadrul unităților la nivel decizional precum și a modalităților de implementare a unui sistem de asistare a deciziilor
- Propunerea unui model conceptual de perfecționare a procesului decizional folosind sisteme informatice
- Propunerea unei soluții informatice pentru asistarea procesului decizional în cadrul sistemului național

Beneficiar:

Ministerul Educației, Cercetării, Tineretului și Sportului

și

Consiliul Național al Cercetării Științifice din Învățământul Superior

Autori:

Lect. Univ. Dr. BÂRA Adela,
Director proiect

Ing. Dr. OPREA Simona Vasilica
Membru

Asist. Univ. Drd. BOTHA Iuliana
Membru

Prep. Univ. Drd. VELICANU Anda
Membru

Cuprins sinteză raport

Introducere.....	1
1. Analiza situației existente în cadrul unităților la nivel decizional precum și a modalităților de implementare a unui sistem de asistare a deciziilor.....	2
2. Propunerea unui model conceptual de perfecționare a procesului decizional folosind sisteme informatice	3
3. Propunerea unei soluții informatice pentru asistarea procesului decizional în cadrul sistemului național.....	6
4. Concluzii.....	8
Bibliografie.....	8

Introducere

În momentul actual, atât pe plan național cât și internațional, există diverse tipuri de cadre, arhitecturi, soluții și sisteme care să permită asistarea proceselor decizionale în mediile economice și de producție cu un grad de certitudine destul de ridicat. În acest sens există posibilitatea de previziune și analiză a tendințelor cu o acuratețe destul de mare, oferindu-se o fundamentare bună deciziilor luate pe termen mediu și lung. În aceste medii se pot achiziționa pachete de aplicații de la diverși furnizori sau chiar dezvolta astfel de sisteme cu ajutorul echipelor de IT din organizație. *Însă pentru mediile cu un grad redus de predictibilitate, cum este cazul sistemului energetic, care integrează resurse eoliene ce depind de factori naturali, aplicarea unor astfel de soluții este ineficientă, fiind cunoscute multe cazuri de eșec în implementarea unor sisteme pentru asistarea deciziilor.*

În primul rând, în aceste medii este deosebit de important să se găsească soluții pentru a putea oferi o predicție cât mai bună astfel încât informațiile furnizate factorilor decizionali să fie cât mai aproape de realitate. În al doilea rând, o componentă deosebit de importantă este dată de analiza specificului factorilor de risc și dimensionarea corespunzătoare a unor rezerve sau a unor măsuri de înlăturare a acestora. De asemenea, în momentul în care dimensiunea procesului decizional vizează decizii la nivel național trebuie realizată o integrare, monitorizare și analiză corespunzătoare a resurselor implicate în sistem. Pentru asigurarea acestor obiective este necesar să se realizeze o analiză riguroasă a specificului sistemului, să se conceapă o arhitectură a acestuia astfel încât să se poată utiliza diverse tehnologii cum ar fi: tehnologii de integrare a datelor din surse eterogene, tehnologii pentru extragerea optimizată a datelor, tehnologii pentru previziunea și analiza datelor și tehnologii pentru procesarea cererilor analitice și pentru prezentarea informațiilor.

Pe plan național, în momentul actual, managementul resurselor regenerabile nu este susținut de un sistem informatic de asistare a deciziilor care să permită monitorizarea și analiza eficientă a resurselor energetice produse de aceste surse. În cadrul centralelor eoliene instalate există sisteme de monitorizare diverse care utilizează o multitudine de algoritmi de alocare și gestiune a echipamentelor și de asigurare a securității centralelor. Din aceste centrale provin informații și surse de date diverse, prognoze și predicții cu diferite erori din tipuri de aplicații și metode locale. Cerințele referitoare la informațiile necesare procesului decizional la nivel național sunt mari, necesitând organizarea acestor date în depozite de date și baze de cunoștințe, precum și instrumente specifice de extragere, prelucrare și analiză într-un format cât mai accesibil factorilor de decizie. Însă cea mai importantă problemă, de care depinde dimensionarea rezervelor energetice, dar și rentabilitatea investițiilor în centralele eoliene, este componenta pe care se bazează aceste centrale și anume vântul. Producerea de energie eoliană este condiționată și de alți factori dintre care unii sunt caracterizați de o

predictibilitate scăzută, cum ar fi: efectul de umbrire, orografia solului, caracteristicile de putere, pierderile până la punctul de conectare etc.

Din păcate pe plan național și internațional nu există metode sau sisteme care să ofere o predicție cu erori mai mici de 10%. Din studiile realizate pe plan intern (studii realizate de către institutele de cercetări SC ISPE SA, SC TRACTEBEL ENGINEERING SA, ICEMENERG) și pe plan european (studiul EWIS realizat la nivelul țărilor UE), DENNA (realizat în Germania) a reieșit că aceste erori propagate în sistemul energetic la nivel național pot conduce în perioade de consum maxim la o cădere a puterii produse în anumite regiuni.

Pe plan european există câteva țări în care au fost dezvoltate sisteme suport de decizie la nivelul sistemului energetic pentru managementul eficient al resurselor eoliene (de exemplu: Germania, Spania), însă costurile construirii acestor sisteme sunt deosebit de mari și specificul potențialului energetic național face dificilă aplicarea acestor metode în România.

Aceste probleme privind imposibilitatea de predicție cu o acuratețe cât mai mare, de integrare a datelor provenite din diverse echipamente și sisteme locale, de analiză eficientă a resurselor energetice, dar și economice conduc la necesitatea dezvoltării unor soluții pentru o predicție cât mai bună a energiei produse dar și pentru un sistem integrat de tip GRID cu o componentă de asistare a procesului decizional în acest domeniu.

Obiectivul principal al Fazei 2010 este de a propune un model de arhitectură pentru un astfel de sistem suport pentru decizii bazat pe arhitectura tipică a unui SSD, având însă componente specifice cerințelor informaționale identificate în cadrul SEN. Acest obiectiv presupune parcurgerea a trei activități distincte prezentate în secțiunile următoare.

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

În cadrul acestei activități s-a analizat întregul Sistem Energetic Național (SEN), precum și principalele surse energetice utilizate în cadrul său. Astfel au fost luate în considerare resursele fosile de energie, energia nucleară, resursele regenerabile de energie precum și structura tuturor acestor resurse.

Dintre resursele energetice utilizate în SEN s-a considerat importantă energia eoliană, ca și sursă de energie regenerabilă. S-au determinat caracteristicile producției de energie eoliană și cerințele minime impuse centralelor energetice eoliene în vederea integrării în SEN. Acest lucru a fost posibil prin stabilirea premiselor utilizării energiei eoliene, prin determinarea caracteristicilor și cerințelor impuse centralelor energetice eoliene (CEE) și prin cunoașterea stadiului integrării energiei eoliene în cadrul SEN.

Modalitățile de integrare a energiei eoliene în SEN și impactul asupra sistemului decizional au fost privite din punctul de vedere tehnic (prin caracteristicile specifice și impactul asupra rezervelor de putere), financiar, comercial, al mediului înconjurător, legislativ (prin analiza problemelor ridicate de accesul la rețeaua electrică a centralelor eoliene).

De asemenea, având în vedere complexitatea utilizării și integrării resurselor eoliene în cadrul Sistemului Energetic Național s-a constatat că sunt necesare o serie de componente software pentru asistarea procesului operațional și decizional de monitorizare, modelare și analiză a energiei produse, a consumului înregistrat, a rezervelor de putere necesare precum și de urmărire a balanței economice privind veniturile și cheltuielile înregistrate cu producerea energiei din surse eoliene. Sunt prezentate în acest context sistemele Scada și Golden Software Surfer, două dintre sistemele utilizate în prezent în România.

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

Procesul decizional la nivelul unei organizații în general este deosebit de complex, așa cum reiese și din definiția propusă în [1] unde acest proces este văzut ca fiind *ansamblul fazelor, proceselor prin care se determină obiectivele acestora și ale subsistemelor incorporate, resursele și procesele de muncă necesare realizării lor și execuții acestora, prin care se integrează și controlează munca personalului folosind un complex de metode și tehnici în vederea îndeplinirii cât mai eficiente a rațiunilor ce au determinat înființarea respectivei organizații.*

Arhitectura unui SSD poate fi privită și din punctul de vedere al nivelurilor de realizare, de jos în sus, piramidal, pe trei niveluri: *bottom-tier (gestiunea datelor), middle-tier (gestiunea modelelor sau nivelul de analiză) și top-tier (interfața sau nivelul de prezentare), interconectarea acestora fiind realizată de nivelul telecomunicațiilor.*

Schematic, această arhitectură poate fi reprezentată conform figurii 1.

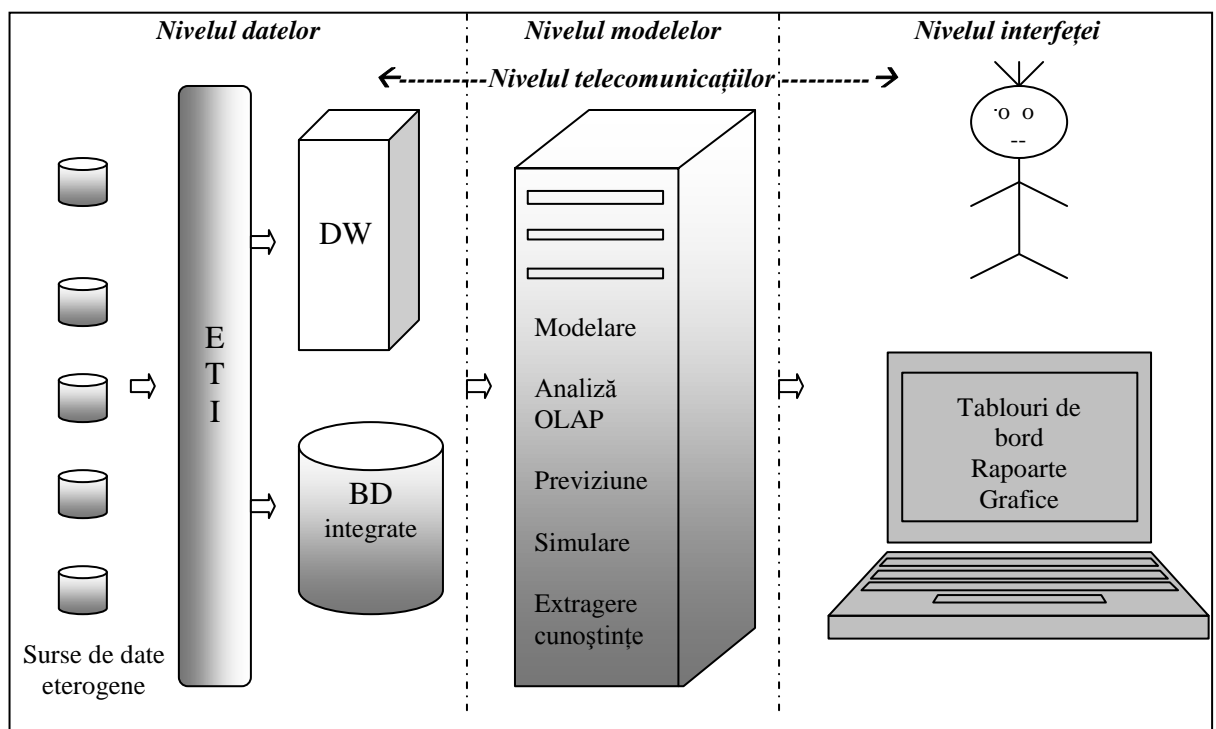


Figura 1. Arhitectura unui sistem suport pentru decizii (sursa: Autorii)

Pe baza arhitecturii sistemelor suport pentru decizii precum și pe baza cerințelor informaționale identificate la nivelul CEE din SEN s-a conceput modelul conceptual al sistemului informatic. Astfel, modelul conceptual conține cele patru niveluri prezentate anterior cu elementele următoare:

1. Nivelul datelor va fi alcătuit din sursele de date operaționale, spațiale precum și din depozitul de date care urmează a fi construit pentru facilitarea analizelor multidimensionale.

Sursele de date au multiple modalități de proveniență, în funcție de tipul de activitate urmărit. Acestea pot fi:

- sursele din cadrul OTS - date referitoare la activitatea curentă operațională, comercială și financiară;

- surse din cadrul unităților CEE - date provenite de la operatorii publici sau privați conectați în sistem referitoare la producția de energie eoliană sau din măsurători ai parametrilor meteorologici.

O parte din datele colectate referitoare la activitatea operațională vor fi stocate ca și *date spațiale* într-un SGBD (Sistem de Gestiune a Bazelor de Date) în vederea reprezentării lor pe hărți interactive pentru monitorizarea producției de energie și a resurselor disponibile.

Depozitul de date va fi un depozit de tip centralizat, organizațional, format din data mart-uri pe fiecare tip de activitate analizată: operațională (producția de energie) și financiară. Pentru încărcarea datelor din surse în depozitul de date este necesar să se realizeze și un proces de Extragere, Transformare și Încărcare (ETI sau ETL – Extract, Transform, Load). Acest proces se va executa automat la intervale de timp regulate în funcție de cerințele tehnice de realizare.

2. Nivelul modelelor va conține modele pentru analiza financiară curentă și pentru previzionarea acestor activități, modele pentru reprezentarea datelor spațiale, dar și modele de simulare, extrapolare, predicție și analiză a producției de energie din sursele eoliene. Pentru realizarea modelelor se vor utiliza tehnologii noi de inteligența afacerilor (Business Intelligence) cum ar fi OLAP, data mining, funcții analitice și algoritmi de predicție. Pentru datele spațiale, modelele utilizate permit analiza geografică a producției de energie și a resurselor implicate în sistem.

3. Nivelul interfeței va conține elemente de prezentare a datelor, aplicații și rapoarte de analiză specifice sistemelor suport pentru decizii. Sistemul va fi accesibil prin intermediul unei interfețe Web, astfel încât utilizatorii să poată accesa rapoartele fără a fi necesară instalarea unor aplicații client. Se va opta pentru integrarea tuturor elementelor de interfață într-un portal care să permită un mod unic și unitar de autentificare de tipul Single Sign – On. Portalul va integra elemente ale subsistemelor și nivelurilor anterioare: analize OLAP, module de predicție și monitorizare în timp real, raportări de excepție. Sistemul OLAP va oferi rapoarte cu facilități de navigare de tipul drill-down/roll-up, schimbări de perspectivă asupra datelor și grafice interactive. Sistemul GIS (Geographic Information System) va avea ca rezultat o serie de hărți care permit interacțiunea utilizatorilor cu informațiile referitoare la unitățile producătoare de energie eoliană, la rețeaua energetică de transport (RET), situația curentă a producției și consumului, precum și la resursele existente în sistem.

4. Nivelul telecomunicațiilor va oferi suport pentru accesul la sistemul de asistare a deciziilor atât din cadrul SEN cât și din exteriorul acestuia cu ajutorul dispozitivelor mobile. Pentru acest nivel se vor utiliza componentele rețelei existente în cadrul SEN unde accesul se realizează în mod autorizat în funcție de rolul și drepturile de acces ale fiecărui utilizator.

În figura următoare este reprezentată arhitectura modelului conceptual propus.

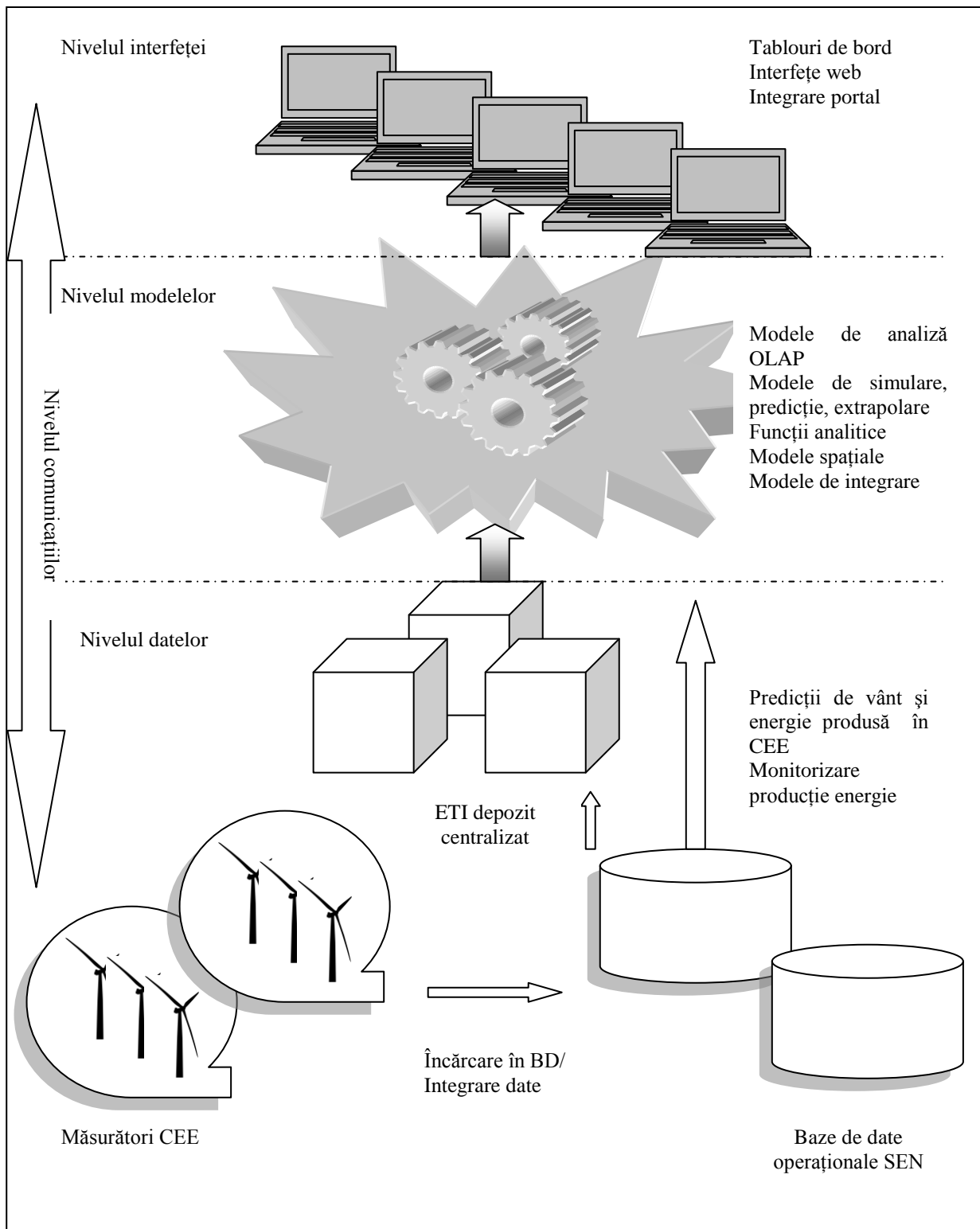


Figura 2. Arhitectura sistemului SSD propus (sursa: Autorii)

Pentru a putea dezvolta modelul conceptual este necesar să se identifice și să se găsească pe fiecare nivel al arhitecturii soluții tehnologice adecvate pentru realizarea cu succes a prototipului informatic.

3. Propunerea unei soluții informatice pentru asistarea procesului decizional în cadrul sistemului național

Pentru dezvoltarea și realizarea modelului conceptual propus anterior s-au analizat tehnologii specifice, în principal din sfera tehnologiilor de Inteligența Afacerilor (Business Intelligence). Astfel, pentru nivelul datelor vom utiliza soluții de organizare și integrare a datelor, pentru nivelul modelelor se vor utiliza soluții de analiză multidimensională, modele de previziune, simulare și extrapolare, iar pentru nivelul de interfață se vor utiliza soluții de prezentare dinamică a datelor.

Soluții pentru organizarea și integrarea datelor

Integrarea datelor se rezumă la a combina date din surse diferite, astfel încât să se poată oferi utilizatorului o vedere unificată a acestor date. În acest sens, trebuie ca schimbul de informații să apară între bazele de date, drept pentru care acestea trebuie văzute ca puncte principale de integrare [2].

eXtensible Markup Language (XML) este principalul standard folosit pentru interschimbul de informații pe Internet, iar cele mai importante protocoale de comunicație care stau la baza serviciilor Web sunt: SOAP (Simple Object Access Protocol), WSDL (Web Services Description Language) și UDDI (Universal Discovery Description and Integration).

În urma analizei surselor de date din cadrul unităților CEE s-a constatat o eterogenitate a datelor ce urmează a fi furnizate către OTS, cauzată în principal de diversitatea turbinelor eoliene și a aparatelor de măsură, dar și a aplicațiilor informatice ce procesează datele. Din acest motiv se impune ca *la nivelul datelor să se utilizeze tehnici de migrare și integrare a datelor pentru a fi încărcate într-un mod coerent într-o bază de date operațională centralizată* de unde să poată fi ulterior utilizate pentru predicții, simulări și analize. Tot la acest nivel se impune realizarea unui *depozit de date* pentru a se putea analiza într-o formă multidimensională două tipuri principale de informații: producția, consumul și rezervele energetice din sistem pe de o parte și indicatori economici și financiari referitori la această producție pe de altă parte.

Soluții pentru previziunea producției de energie din surse eoliene

Relația reală dintre puterea generată de un parc eolian și viteza vântului poate fi de o formă complexă, a cărei analiză să nu poată fi realizată în mod standard printr-o anumită metodă de predicție.

În acest scop, având în vedere și tendințele desprinse din cercetările efectuate în perioada actuală, pot fi avute în vedere metode avansate de predicție a unei serii de timp, precum:

- extrapolarea tendințelor pe baza evoluției în trecut a fenomenelor;
- modele econometrice ARMA / ARIMA;
- rețele neuronale.

Cercetări privind previziunea energiei eoliene utilizând tehnica de extrapolare a datelor pe baza tendințelor din trecut au fost întreprinse în studii precum [3] și [4], în acesta din urmă rezultatul fiind favorabil în special pentru tehnica rețelelor neuronale.

Modelele econometrice ARMA, utilizate pe scară largă în hidrologie, dar și în multe alte domenii, sunt modele matematice de autocorelare într-o serie de timp. Modelele ARMA pot fi folosite eficient pentru a prezice comportamentul unei serii de timp, pornind numai de la valorile din trecut. Modelele ARMA sunt adecvate seriilor staționare. Acestea au fost generalizate pentru serii nestaționare care devin staționare prin diferențiere, modelele rezultate fiind denumite modele autoregresive-integrate-medie mobilă ARIMA(p, d, q).

Modelele de rețele neuronale au fost dezvoltate relativ recent, câștigând o popularitate crescută într-o perioadă scurtă de timp. Acestea sunt folosite în numeroase aplicații. Aplicațiile ingineresti includ funcții de aproximare, optimizare, modelarea sistemelor și

recunoașterea modelelor. Rețelele artificiale neuronale sunt foarte folosite și pentru modelare hidrologică.

Cercetările preliminare ale membrilor echipei de cercetare în domeniul predicției producției de energie eoliană folosind componente de inteligență artificială au dovedit că acest tip de metode poate fi aplicat cu succes pentru a obține o acuratețe cât mai bună (aproximativ 93%). *În concluzie, considerăm utilă aprofundarea acestor metode pentru a realiza subsistemul de predicție al SSD-ului.*

Soluții pentru reprezentarea datelor spațiale

Soluțiile GIS sunt aplicații sau suite de programe care permit crearea și reprezentarea hărților geografice. În general, sistemele informatice geografice conțin o componentă destinată vizualizării hărților, soluțiile de ultima oră oferind posibilitatea de a realiza aceste operațiuni folosind un simplu navigator Web. De asemenea, soluțiile de acest tip integrează instrumente de creare a acestor elemente, precum și un server capabil să gestioneze hărțile și să furnizeze date în timp real către quasi-totalitatea utilizatorilor [5].

Pentru a implementa un sistem GIS pentru reprezentarea parcuri eoliene, trebuie să fie determinate datele spațiale (geografice). Principalele elemente privind un parc eolian ar putea fi:

- poziția a parcului (latitudine, longitudine);
- viteza medie a vântului în accesată regiune (numărul de ore / an);
- altitudinea din regiune;
- descrierea a parcului eolian (numele, numărul de turbine etc).

O dată ce aplicația este dezvoltată, va permite utilizatorilor să interogheze baza de date cu privire la parcurile eoliene existente și, de asemenea, să efectueze anumite predicții în ceea ce privește locurile în care un parc eolian va produce mai bine energie regenerabilă. GIS va lua în considerare cantitatea de vânt și altitudinea din fiecare regiune, care pot afecta, de asemenea, intensitatea vântului și frecvența sa.

Soluții pentru integrarea aplicațiilor

Conform studiilor întreprinse în [6], integrarea aplicațiilor este una dintre principalele metode informatice care asigură funcționarea optimă și unitară a instituțiilor în cadrul economiei actuale. Astfel, instituțiile nu trebuie să pună în comun doar date, ci și procese de afaceri. În momentul actual instituțiile din România au posibilități reduse de a interschimba date prin intermediul unor sisteme informatice, însă pe plan internațional există țări în care au fost dezvoltate astfel de sisteme informatice între instituții.

Au fost identificate trei tipuri de integrare a aplicațiilor:

- integrarea orientată pe procesele de afaceri;
- integrarea orientată pe servicii;
- integrarea orientată pe portal.

În cadrul arhitecturii modelului propus se vor aplica *tehnici de integrare a aplicațiilor orientate pe servicii dar și pe portal* pentru a putea realiza o interfață unitară a sistemului suport pentru decizii cu un singur punct de acces și autentificare către toate subsistemele de predicție, simulare, monitorizare, planificare și analiză realizate. Astfel, utilizatorul va putea accesa și beneficia de facilitățile sistemului folosind un instrument de tip portal accesibil și de pe dispozitive mobile și calculatoare personale.

Soluții pentru analiza dinamică și prezentarea datelor

Pentru *nivelul de prezentare* se pot utiliza și elementele de interfață puse la dispoziție de mediile de dezvoltare specifice BI ce conțin: instrumente pentru realizarea de grafice dinamice și interactive, tabele pivot, marcarea excepțiilor conform unor condiții impuse de utilizatori, liste și clase de valori, elemente narrative, grafice de tip *gauge*, elemente flexibile pentru realizarea operațiilor de drill-down și roll-up precum și pentru rotații ale dimensiunilor în cadrul tabelelor pivot. Prin compunerea acestor elemente într-o interfață unitară se pot

obține tablourile de bord ce oferă posibilitatea analizei unitare și complexe a unui domeniu de interes pentru factorii de decizie. Gruparea și integrarea acestor tablouri de bord se poate face în cadrul unui portal denumit portal de inteligența afacerii (business intelligence portal).

4. Concluzii

Realizarea obiectivului Fazei 2010 a implicat studiul diferitelor tipuri de decizii și informații implicate în procesul decizional din cadrul unităților producătoare de energie eoliană și a Operatorului de Transport și Sistem (OTS) din sectorul energetic național. Pe baza studiului situației existente și a unor sisteme de asistare a deciziei utilizate în prezent în alte țări europene s-a propus un model conceptual de perfecționare a procesului decizional referitor la integrarea energiei eoliene în Sistemul Energetic Național (SEN). Pentru realizarea nivelurilor arhitecturii modelului propus au fost studiate principalele tehnologii informatice și metodologii de dezvoltare a sistemelor suport de decizie, dar și a unor modalități de integrare, predicție, analiză a datelor provenite din unitățile CEE.

În urma parcurgerii activităților prevăzute pentru atingerea obiectivului au rezultat și *elemente originale*: modelul conceptual al sistemului suport pentru decizii și soluțiile de realizare al acestuia. Impactul estimat în urma dezvoltării acestui model conceptual este reprezentat de: creșterea relevanței informațiilor care ajung la factorii de decizie; eficientizarea fluxului informațional dintre operatorul național și unitățile locale CEE; identificarea corectă a puterii instalate în centralele caracterizate de fluctuații de putere în funcție de rezerva de putere la încărcare/descărcare existentă în Sistemul Energetic Național; etapizarea puterii instalate în centralele eoliene pe baza solicitărilor de racordare la rețele electrice de interes public.

În concluzie putem spune că obiectivul propus pentru această fază a fost îndeplinit, urmând ca în faza următoare să se studieze principalele metode de previziune în urma cărora să se propună un model eficient de predicție a energiei produse din surse eoliene și să se proiecteze un sistem suport pentru asistarea procesului decizional care să permită fundamentarea deciziilor atât din punctul de vedere al resurselor energetice produse cât și din punct de vedere al eficienței economice.

Bibliografie

- [1] Nicolaescu O, Verboncu I - *Fundamentele managementului organizației*, Editura Tribuna Economică, 2001.
- [2] Diaconița V, Botha I – *The Level of system integration in Romania*, The Preecedings of the Eighth International Conference on Informatics in Economy, 2007, pag. 169-174
- [3] Saurabh S. Soman, Hamidreza Zareipour, Om Malik, Paras Mandal - *A Review of Wind Power and Wind Speed Forecasting Methods With Different Time Horizons*, 42nd North American Power Symposium (NAPS) in Arlington, Texas, USA, September 26-28, 2010.
- [4] Ahmad Nayak M, Deo M.C. - *Wind speed prediction by different computing techniques*, BALWOIS 2010, Ohrid, Republic of Macedonia, May 2010.
- [5] Cojocaru S. - *Interoperabilitate GIS în administrația publică*, PC World Romania, Aprilie 2006, p. 23.
- [6] Lungu I, Velicanu M, Bâra A, Diaconița V, Botha I. - *Tehnologii informatice pentru integrarea sistemelor instituțiilor publice*, Contract CNCISIS, 2008