

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:

O 1. Implementarea și evaluarea prototipului realizat

1.1. Implementarea prototipului

1.2 Analiza funcționalităților prototipului realizat și îmbunătățirea acestora

1.3. Evaluarea performanțelor prototipului

BENEFICIAR:

Ministerul Educației, Cercetării, Tineretului
și Sportului

ȘI

Consiliul Național al Cercetării Științifice
din Învățământul Superior

AUTORI:

Conf. Univ. Dr. BÂRA Adela - Director proiect

Ing. Dr. OPREA Simona Vasilica - Membru

Lect. Univ. Dr. BOTHA Iuliana - Membru

Lect. Univ. Dr. VELICANU Anda - Membru

BUCUREȘTI

2013

CUPRINS

1. IMPLEMENTAREA PROTOTIPULUI	3
1.1. MODALITĂȚI DE IMPLEMENTARE A PROTOTIPULUI DE SISTEM SUPORT PENTRU DECIZII	3
1.2. IMPLEMENTAREA FUNCȚIONALITĂȚILOR SISTEMULUI	4
1.2.1. FINALIZAREA INTERFEȚEI UTILIZATORILOR FINALI	4
1.2.2. FINALIZAREA SITUAȚIILOR DE IEȘIRE LA NIVELUL UNITĂȚILOR LOCALE	4
1.2.3. FINALIZAREA SITUAȚIILOR DE IEȘIRE LA NIVELUL DISPECERULUI NAȚIONAL	6
1.3. IMPLEMENTAREA RAPOARTELOR ANALITICE	7
1.3.1. CONSTRUIREA MODELULUI DATELOR IN ORACLE BUSINESS INTELLIGENCE ADMINISTRATION	8
1.3.2. CONSTRUIREA RAPOARTELOR ANALITICE IN ORACLE BUSINESS INTELLIGENCE ANSWERS	9
1.3.3. REALIZAREA TABLOULUI DE BORD - WIND DASHBOARD	14
2. EVALUAREA PERFORMANTELOR PROTOTIPULUI	15
2.1. EVALUAREA PROTOTIPULUI	15
2.2. ANALIZA FUNCȚIONALITĂȚILOR PROTOTIPULUI REALIZAT ȘI ÎMBUNĂTĂȚIREA ACESTORA	16
2.2.1. ANALIZA COMPONENTELOR PROTOTIPULUI ȘI A SOLUȚIILOR REALIZATE	18
2.2.2. ORIGINALITATEA ȘI CONTRIBUȚIA INOVATIVĂ A PROIECTULUI	19
3. IMPACTUL ȘI DISEMINAREA REZULTATELOR PROIECTULUI	20
3.1. ANALIZA IMPACTULUI IMPLEMENTĂRII PROTOTIPULUI	20
3.2. DISEMINAREA ȘI EXPLOATAREA REZULTATELOR PROIECTULUI	21
4. BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	23

1. IMPLEMENTAREA PROTOTIPULUI

1.1. MODALITĂȚI DE IMPLEMENTARE A PROTOTIPULUI DE SISTEM SUPT PENTRU DECIZII

În faza 2012 a proiectului, prototipul sistemului suport pentru decizii a fost proiectat pornind de la funcționalitățile de bază privind achiziția, prelucrarea și vizualizarea datelor și conținând module de predicție și analiză avansată a datelor prin intermediul rapoartelor analitice și reprezentări geografice.

Pentru a evidenția necesitatea implementării unui astfel de prototip, în faza 2012 a proiectului am descris pe scurt principalele componente pe care ar trebui să le aibă un sistem informatic de asistare a deciziilor în domeniul predicției și producției energiei eoliene:

- componenta de predicție de energie eoliană și simulare a funcționării centralelor instalate pe plan național;
- componenta de integrare, organizare și stocare a datelor într-o bază de date centralizată;
- componenta de gestiune și analiză a activităților curente privind consumul și producția de energie eoliană prin intermediul aplicațiilor destinate centralelor locale;
- componenta de organizare a datelor într-un depozit de date centralizat;
- componenta de monitorizare și analiză a activităților privind consumul și producția la nivel național.

Pe parcursul proiectului au fost finalizate analiza de sistem și activitatea de proiectare a prototipului de sistem suport pentru decizii. Tehnologiile informatice utilizate, metodologiile de lucru și produsele software folosite au fost alese dintre cele prezentate în faza 2011 a proiectului. Rezultatele fazei 2012 a proiectului au constituit baza de plecare pentru implementarea prototipului de sistem suport pentru asistarea procesului decizional în domeniul producției și predicției de energie eoliană.

După cum am evidențiat în faza 2012 a proiectului, în realizarea SSD trebuie să se țină cont de principalul obiectiv al acestora și anume asistarea procesului decizional la nivel strategic în cadrul centralelor locale, dar și la nivelul dispecerului național de energie eoliană. Pentru atingerea acestui scop, sunt foarte importante o serie de cerințe, cum ar fi: analiză temeinică a datelor din baza de date operațională/tranzacțională, integrarea datelor într-un depozit de date, realizarea interacțiunii cu utilizatorii care au putere de decizie prin dezvoltarea de raportări sintetice și grafice intuitive.

Pentru realizarea prototipului am parcurs ciclul de dezvoltare prezentat pe larg în raport. Acesta evidențiază următoarele etape standard: studiul de fezabilitate, planificarea proiectului, analiza afacerii, proiectarea, dezvoltarea și implementarea sistemului. Aceste etape se pot adapta și aplica și sistemelor suport pentru decizii, dar în cadrul ciclului de dezvoltare trebuie tratate în mod obligatoriu caracteristicile specifice ale SSD pentru a obține o implementare de succes a cerințelor de afaceri specifice [LUBA07].

În fazele anterioare ale proiectului am parcurs primele 5 etape, premergătoare implementării, respectând ciclul de dezvoltare descris. În faza curentă a proiectului de cercetare

am tratat etapa de implementare a prototipului de sistem suport pentru decizii și am stabilit eficiența acestuia pentru a determina în ce măsură soluția propusă întâmpină, depășește sau nu îndeplinește așteptările din punct de vedere al profitului raportat investiției.

1.2. IMPLEMENTAREA FUNCȚIONALITĂȚILOR SISTEMULUI

1.2.1. FINALIZAREA INTERFEȚEI UTILIZATORILOR FINALI

Utilizatorii finali ai componentei sistemului destinată unităților locale sunt atât specialiști din dispecerul național ce folosesc rapoartele locale în luarea deciziilor globale, cât și personalul din unitățile producătoare ce utilizează rezultatele sistemului pentru analiza funcționării centralelor proprii.

Sistemul suport pentru asistarea procesului decizional este implementat într-un mediu integrat de dezvoltare care permite realizarea sistemului de predicție a energiei produse, a rapoartelor analitice și a rețelei de tip GRID pentru accesul în timp util la datele provenite din centralele eoliene.

Arhitectura sistemului este detaliată în raportul de cercetare și cuprinde un server de baze de date cu facilități multidimensionale, un server de aplicații pentru rularea videoformatelor și rapoartelor integrate la nivelul portalului la nivelul dispecerului național. Utilizatorii vor accesa sistemul suport pentru asistarea procesului decizional prin intermediul calculatoarelor personale sau dispozitive mobile.

Sistemul de gestiune a bazelor de date utilizat este Oracle Database 11g Release 2 (folosindu-se inclusiv componenta Oracle Spatial) instalat pe un server împreună Oracle Warehouse Builder ce asigură componenta de depozit de date, pentru realizarea videoformatelor, dar și a unelor raportări se va utiliza Oracle JDeveloper, iar pentru raportarea analitică Oracle Business Intelligence. Utilizatorii vor putea, de asemenea, accesa interfața prin intermediul ecranelor de conectare și a serviciilor Web realizate în Oracle JDeveloper.

În raportul anterior a fost propusă o primă variantă de formulare și rapoarte. Pentru realizarea formularelor și rapoartelor pentru varianta finală a prototipului au fost parcurse următoarele activități: identificarea cerințelor suplimentare și a modificărilor necesare pentru variantele existente precum și a noilor tipuri de rapoarte și formulare, realizarea paginilor JSP în Oracle JDeveloper, construirea depozitului de date centralizat și realizarea rapoartelor analitice și a prezentărilor cu Oracle BI. Pentru îmbunătățirea activității de introducere primară a datelor propunem rafinările din acest subcapitol.

Majoritatea formularelor și a rapoartelor prezentate în continuare au fost descrise pe larg în raportul din 2012. În acest raport vom specifica doar rafinările pe care le-am efectuat asupra lor: extensii, dezvoltări, îmbunătățiri, completări etc. Facilitățile noi din acest proiect sunt specificate explicit pe parcursul prezentării versiunii finale a prototipului nostru.

1.2.2. FINALIZAREA SITUAȚILOR DE IEȘIRE LA NIVELUL UNITĂȚILOR LOCALE

Pentru unitățile locale a fost solicitat un raport privind consumul obținut pe fiecare stație, corelarea centralelor și a consumului pe stații, o situație privind centralele și stațiile de care aparțin cu posibilitatea modificării datelor referitoare la centrale și incluzând validări definite de producători, detalieri obținute prin vizualizare grafică și căutări diverse.

În plus, s-au testat o serie de modalități de modificare a vizualizării datelor prin sortări, rearanjarea coloanelor etc. Tot la nivelul unităților locale s-a solicitat o situație a centralelor pe fiecare stație, cu posibilitatea modificării datelor referitoare la centrale. O exemplificare se poate observa în figura 1.

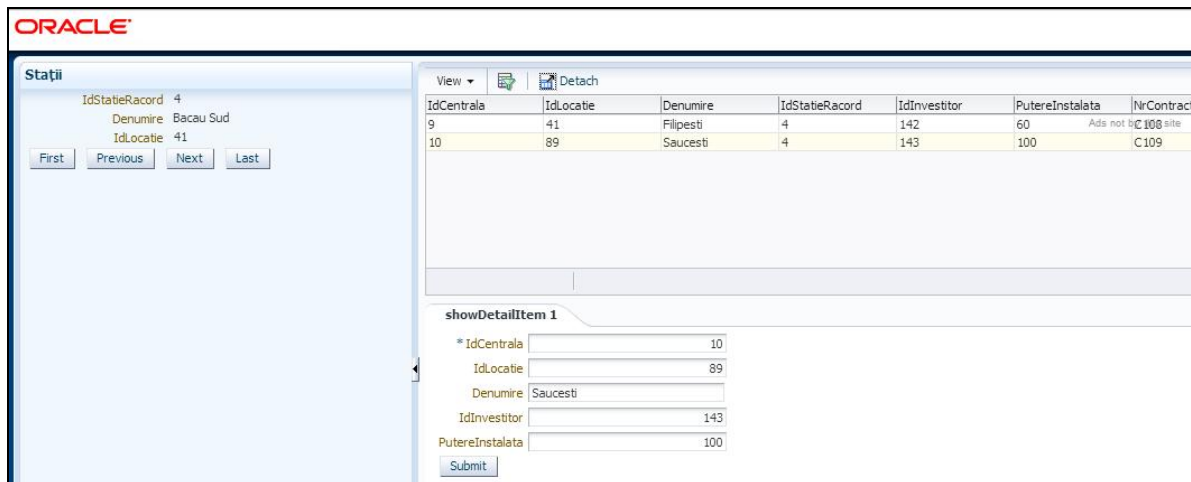


Figura 1 – Situație privind centralele și stațiile de care aparțin

Pentru obținerea mai multor informații referitoare la stații este disponibil un grafic de tip plăcintă cu puterea instalată și denumirea centralelor. Acesta se poate observa în figura 2, în secțiunea special dedicată.

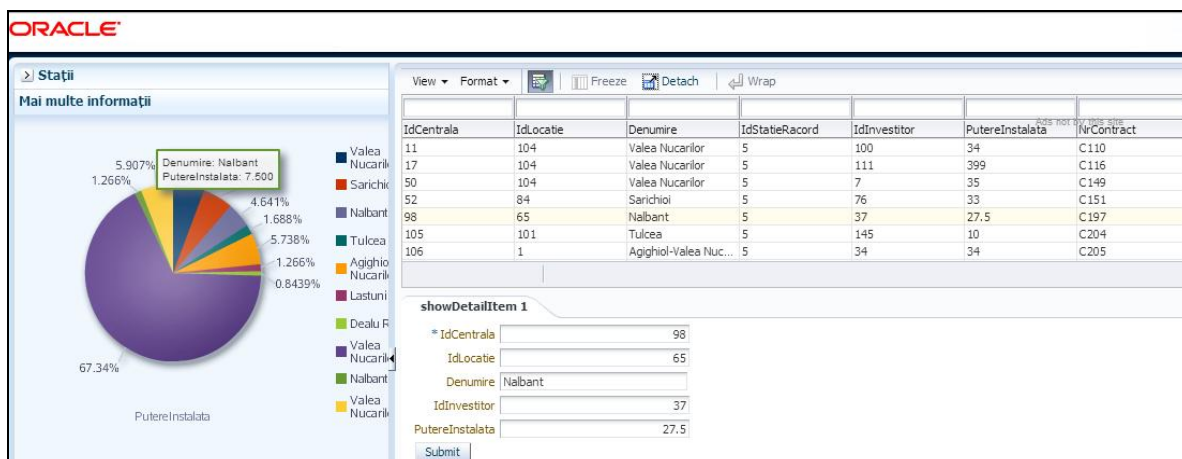


Figura 2 – Detaliere prin grafic a puterilor instalate în centrale

A fost creat și un modul pentru căutări, atât la nivel de bază pentru căutări exacte, cât și la nivel avansat pentru căutări în funcție de anumite criterii (separat sau simultan). În figura 3 este exemplificată o căutare avansată pe tabela centrale în funcție de denumirea centralei:

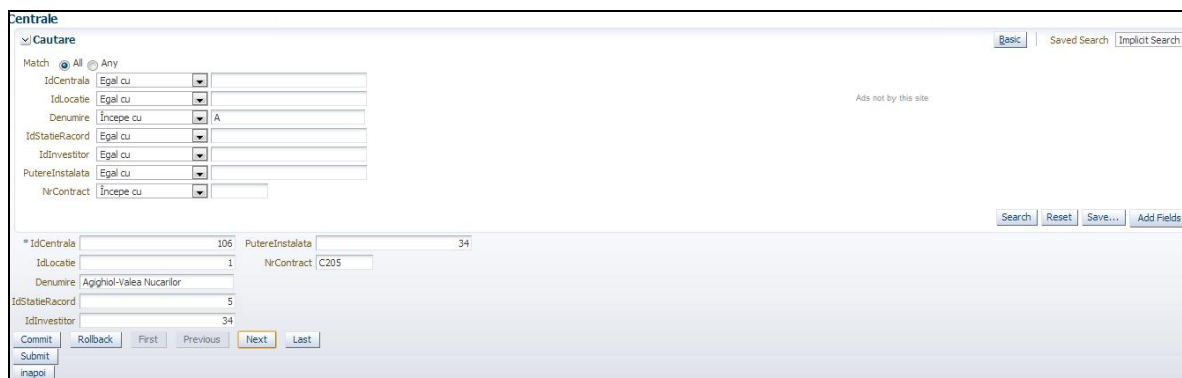


Figura 3 – Căutare avansată pe tabela centrale

1.2.3. FINALIZAREA SITUAȚIILOR DE IEȘIRE LA NIVELUL DISPECERULUI NAȚIONAL

Odată preluate și validate datele primite de la unitățile locale, acestea pot fi prezentate în diferite formate factorilor de decizie. Astfel, în secțiunea de aplicație dedicată celor care au rol decizional, investitorii și utilizatorii Transelectrica, aceștia pot vizualiza *rapoarte, tablouri de bord, tabele pivot* sau *hărți interactive* ale parcurilor de centrale eoliene.

În ceea ce privește machetele utile procesului decizional, acestea sunt prezentate într-o gamă variată, începând de la situații centralizatoare la nivelul stațiilor de racordare, până la rapoarte interactive, care implementează funcționalități OLAP sau prezintă dinamic starea și valoarea anumitor indicatori. O parte dintre situațiile de ieșire proiectate pentru soluția de asistare a deciziei la nivelul dispecerului național, au fost descrise în raportul aferent fazei 2012 a proiectului. Prezentăm în continuare unele dintre funcționalitățile incluse ulterior soluției informatice.

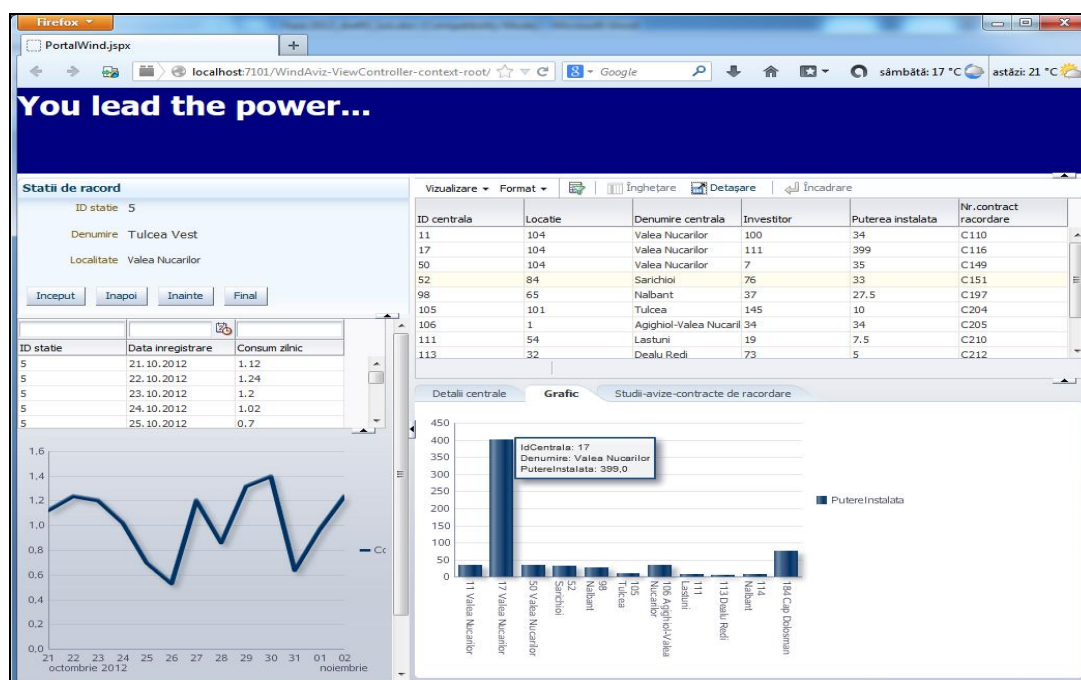


Figura 4 – Portalul dedicat dispecerului național (1)

Portalul aferent dispecerului național este prezentat în figura 4, fiind regăsite aici o serie dintre facilitățile specifice. La nivelul fiecărei stații de racordare este indicată o situație centralizatoare a centralelor racordate, completată cu un grafic reprezentativ privind puterea instalată la nivelul acestora.

O altă modalitate de vizualizare a datelor apare în figura 5, indicând situația centralizatoare a centralelor racordate, precum și detalii suplimentare la nivelul fiecărei centrale:

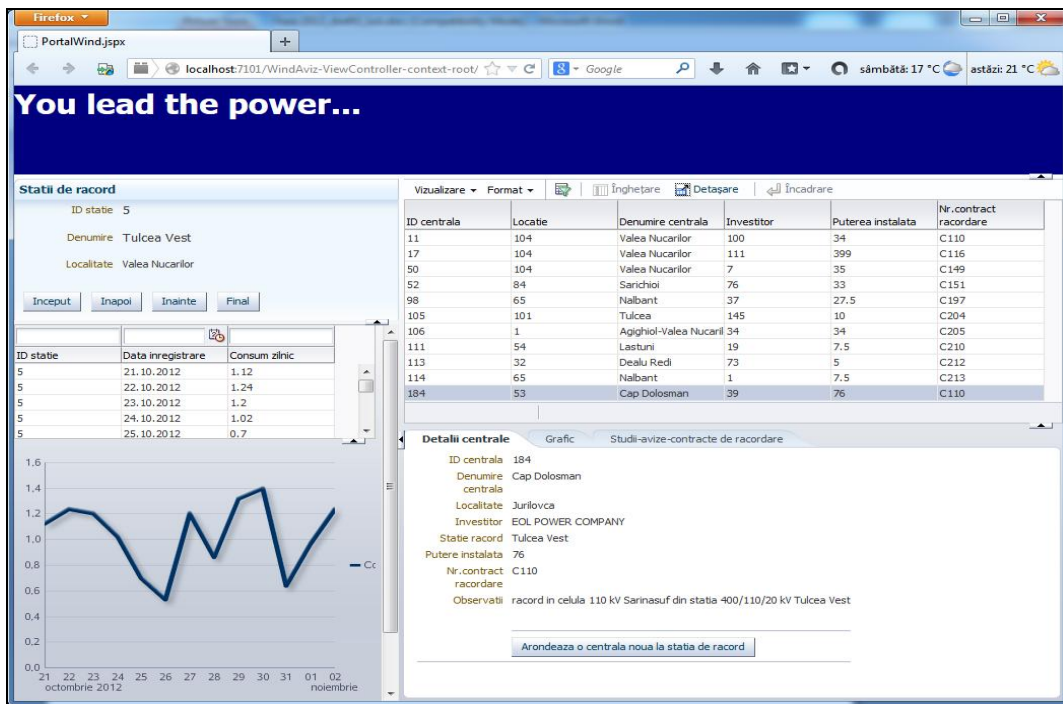


Figura 5 – Portalul dedicat dispecerului național (2)

În funcție de implicarea investitorilor, există posibilitatea racordării unor centrale noi la stațiile existente. Figura 6 prezintă macheta de intrare a datelor necesare, în momentul arondării unei noi centrale:

Adaugare centrala

* ID centrala: 184
* Denumire: Cap Dolosman
* Localitate: Jurilovca
Statie racord: Tulcea Vest
* Investitor: EOL POWER COMPANY
* Putere instalata:
* Nr.contract racordare:
Arondeaza centrala la:

- ECOPROD ENERGY
- EDP RENEWABLES
- E.K.W. ENERGY
- ELECTRA WIND POWER
- ELECTRIC PROD
- ELECTRICOM
- ELECTRO GRUP ENERGY
- ELECTROGRUP
- ELEKTRA INVEST
- ELEKTRA POWER
- ENEL GREEN POWER ROMANIA
- ENERGIA VERDE VENTUNO
- ENERGII ALTERNATIVE
- ENEX
- EOL ENERGY MOLDOVA
- EOL POWER COMPANY**
- EOLIAN PROIECT
- EOLICA DOBROGEEA ONE
- EP WIND PROJECT (ROM) SIX
- EURINVEST ENERGY

Figura 6 – Racordarea unei centrale noi la o stație existentă

Marcarea vizuală pe hartă a centralelor eoliene, pe baza coordonatelor spațiale stocate în baza de date oferă personalului cu putere de decizie posibilitatea navigării, selectării anumitor zone geografice și observării informațiilor de importanță referitoare la stațiile de racordare (figura 7).



Figura 7 – Secțiunea de aplicație dedicată factorilor de decizie – Hartă interactivă

1.3. IMPLEMENTAREA RAPOARTELOR ANALITICE

Pentru ca performanțele sistemului să fie cât mai ridicate este necesar ca depozitul de date să stocheze separat obiectele multidimensionale într-o formă agregată, centralizat astfel încât timpul de execuție al rapoartelor să fie cât mai mic. Pentru implementarea depozitului se va utiliza mediul Oracle Warehouse Builder, pentru construirea rapoartelor Oracle Business Intelligence Discoverer, iar pentru publicarea acestora Oracle Application Server Portal. S-a utilizat metodologia propusă în lucrarea [BARA09]. Sistemul va avea și o componentă virtuală a depozitului de date realizată în Oracle Discoverer Administrator deoarece anumite informații sunt cerute imediat, deci extragerea trebuie realizată direct din sursele operaționale.

Pentru implementarea sistemului de analiză la nivel central am utilizat mediul de dezvoltare Oracle Business Intelligence Suite (OBI) care permite realizarea următoarelor componente ale sistemului: *definirea surselor de date și a metadatelor (repository) în OBI Administration, construirea rapoartelor analitice în OBI Answers și construirea tabloului de bord în OBI Dashboard.*

1.3.1 CONSTRUIREA MODELULUI DATELOR IN ORACLE BUSINESS INTELLIGENCE ADMINISTRATION

Mediul OBI Administration permite definirea următoarelor niveluri ale arhitecturii sistemului: nivelul fizic reprezentat de sursele de date, nivelul logic reprezentat de obiectele multidimensionale și nivelul de prezentare reprezentat de obiectele multidimensionale vizibile utilizatorilor în cadrul rapoartelor.

Pentru nivelul fizic sursa de date este reprezentată de depozitul de date construit în etapa 2012 în mediul de dezvoltare Oracle Warehouse Builder (OWB). Astfel, am realizat conexiunea cu depozitul de date și am importat definițiile obiectelor în cadrul nivelului fizic al OBI.

Pentru realizarea unor analize ad-hoc am importat și sursele relaționale, respectiv tabelele din baza de date centralizată și tabelele necesare modelului de predicție. Aceste tabele împreună cu modelul de predicție au fost prezentate în etapa 2012.

Nivelul logic (business level) al sistemului este realizat prin definirea tabelelor de fapte, a dimensiunilor și a ierarhiilor. Aceste elemente sunt preluate din depozitul de date, iar pentru tabelele relaționale necesare în analizele ad-hoc este construit un model separat.

Pentru nivelul de prezentare sunt mapate elementele nivelului logic cu o serie de modificări legate de formatare. Pentru rapoartele analitice vom utiliza două module, unul modul bazat pe depozitul de date (WIND) și un modul bazat pe tabelele relaționale necesare analizelor ad-hoc referitoare la producția orară, funcționarea curentă a centralelor și a predicțiilor de energie (METEO).

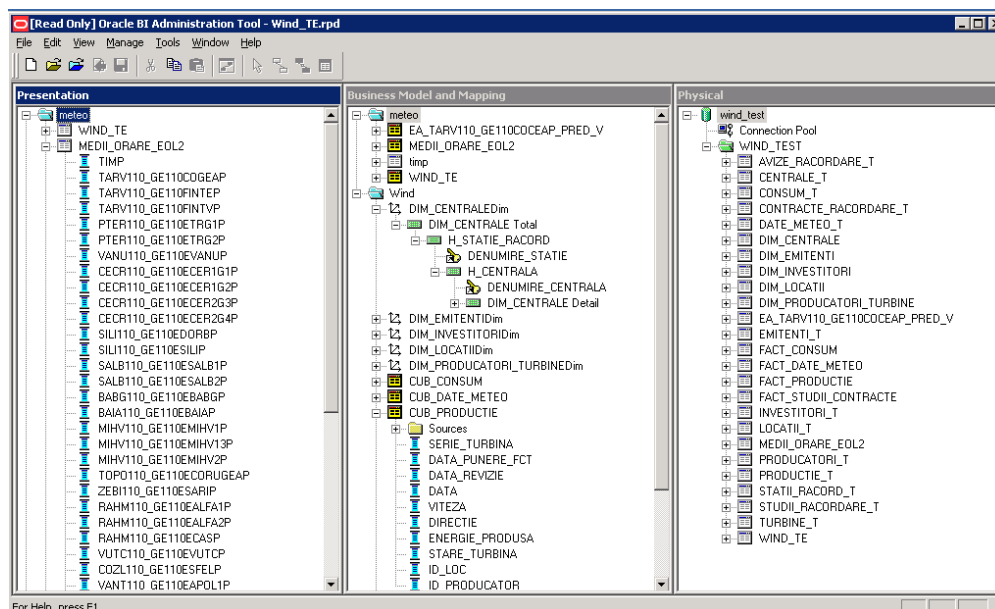


Figura 8 – Realizarea nivelului de prezentare

De exemplu, pentru analiza funcționării curente a centralelor din punct de vedere al producției înregistrate pe intervale orare vom utiliza tabela Medii_orare_eol2 care conține date prelucrate din sistemul de monitorizare la nivel național (figura 8).

1.3.2. CONSTRUIREA RAPOARTELOR ANALITICE IN ORACLE BUSINESS INTELLIGENCE ANSWERS

Pe baza depozitului de date realizat în etapa aferentă anului 2012 am implementat o serie de rapoarte analitice în mediul de dezvoltare Oracle Business Intelligence Suite (OBI) care oferă facilități pentru analiza multidimensională a datelor și elemente de vizualizare a acestora prin realizarea de rapoarte și grafice flexibile și ușor de modificat de către utilizatori. De asemenea, am dezvoltat un sistem de raportare de tip tablou de bord (dashboard) prin care factorii de decizie au acces la rapoartele analitice din sistem.

Pentru implementarea acestora am utilizat aceeași structură a rapoartelor construite și validate în etapa anterioară. Astfel am dezvoltat cu ajutorul facilităților mediului Oracle Business Intelligence Suite următoarele seturi de rapoarte analitice:

- Rapoarte pentru analiza studiilor/avizelor de racordare și a contractelor în derulare din punct de vedere a puterilor instalate în centralele eoliene pe regiuni și stații de racordare;
- Rapoarte pentru analiza producției pe diferite perioade de timp și în diferite regiuni;

- Rapoarte pentru analiza consumului pe diferite perioade de timp și în diferite puncte de măsură;
- Rapoarte pentru analiza evoluției condițiilor meteo și a predicțiilor de energie la nivel național.

În paragrafele următoare prezentăm câteva rapoarte, pentru testarea acestora sistemul fiind disponibil pe adresa <http://86.55.177.133:9704/analytics/saw.dll?Dashboard>.

1. Rapoarte pentru analiza studiilor/avizelor de racordare și a contractelor în derulare.

Pentru a se putea urmări gradul de conectare în diferite stații de racord a unor noi centrale eoliene și a se evita supraîncărcarea nodurilor și a rețelei în diferite puncte, la departamentul de planificare din cadrul OTS rulează rapoartele și graficele construite în acest set. Sunt analizate și contractele aflate în derulare în diferite locații pe perioade de timp referitoare la data contractării, a puterii instalate și și a detaliilor de conectare.

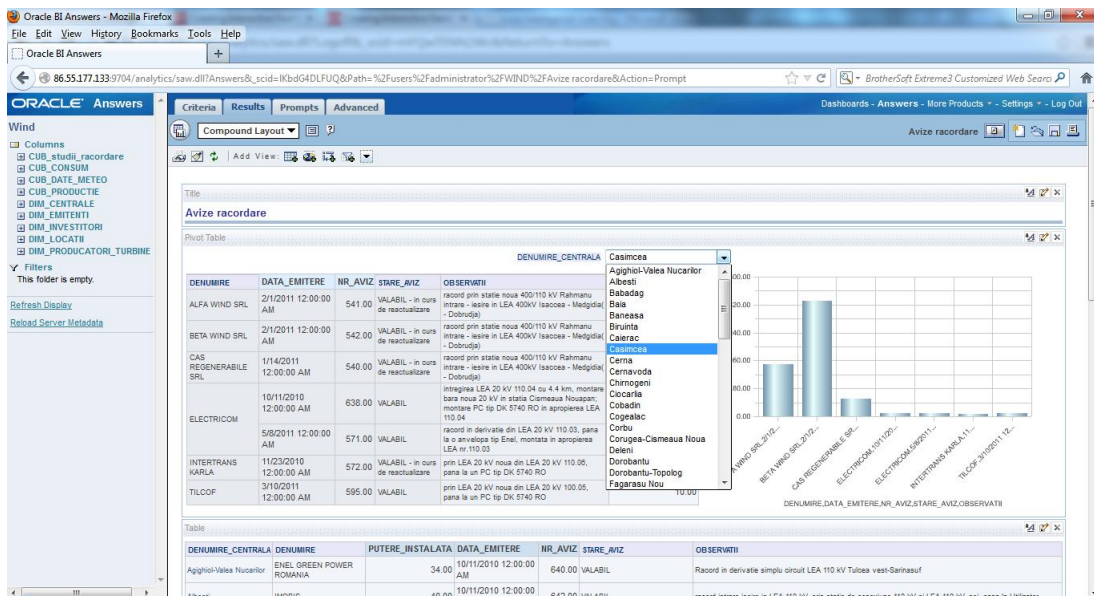


Figura 9 – Raport privind situația contractelor încheiate la nivel național

În figura 9 este prezentat un raport prin care utilizatorii au posibilitatea de a vizualiza detaliat situația studiilor/avizelor/contractelor de racordare din punct de vedere al perioadelor de valabilitate, a puterii solicitate/instalate și a detaliilor tehnice de racordare. Situația este raportată și grafic în funcție de locația de amplasare a centralelor eoliene.

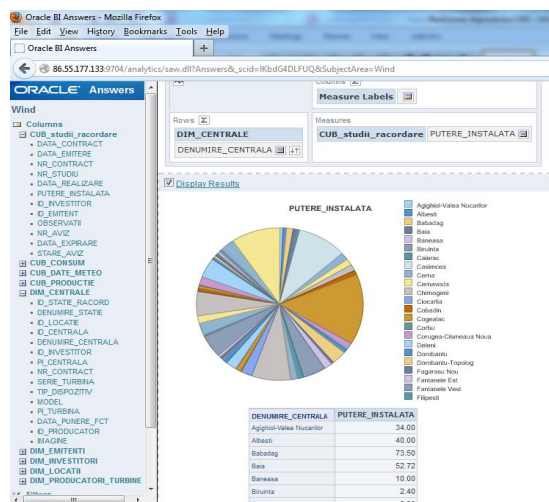


Figura 10 – Reprezentarea grafică a puterilor instalate în funcție de centrale

Editarea parametrilor raportului și a modului de vizualizare se poate realiza cu ușurință prin customizarea opțiunilor privind formulele de calcul (totaluri), a modului de vizualizare a graficelor și a modului de dispune a dimensiunilor și faptelor (figura 10).

2. Rapoarte pentru analiza producției pe diferite perioade de timp și în diferite regiuni.

Pentru analiza producției realizate din surse eoliene pe fiecare centrală sau în funcție de locații în diferite perioade de timp am construit un set de rapoarte. Rapoartele permit atât analiza detaliată a producției înregistrate în centralele eoliene pe intervale orare cât și agregarea valorilor pe dimensiunea Locații într-un raport de tip pivot-table.

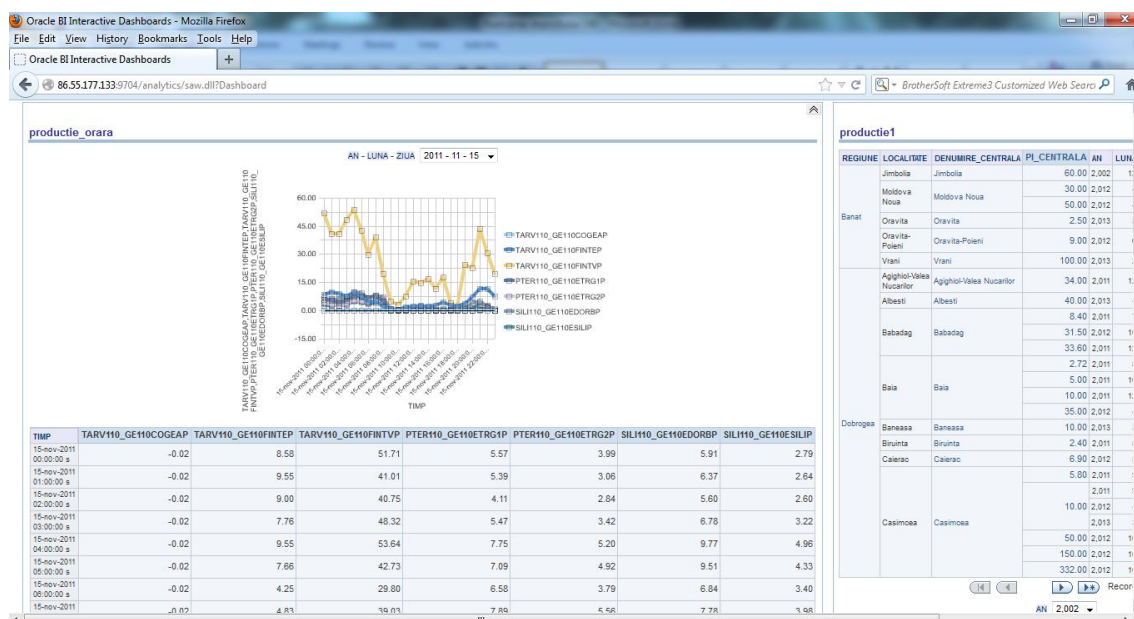


Figura 11 – Raport realizat pentru analiza detaliată a producției înregistrată într-un interval de 24 ore

Raportul prezentat în figura 11 este destinat analizei producției înregistrate în interval de 24 de ore în centralele eoliene. Raportul este interactiv, utilizatorul poate selecta centralele dorite prin alegerea acestora din meniu.

3. Rapoarte pentru analiza consumului pe diferite perioade de timp și în diferite puncte de măsură.

Pentru analiza consumului înregistrat în stațiile de racord și agregat pe regiuni am realizat un set de rapoarte pe baza cărora se poate fundamenta strategia de suplimentare a producției pe zonele deficitare și o limitare a producției pe zonele excedentare.

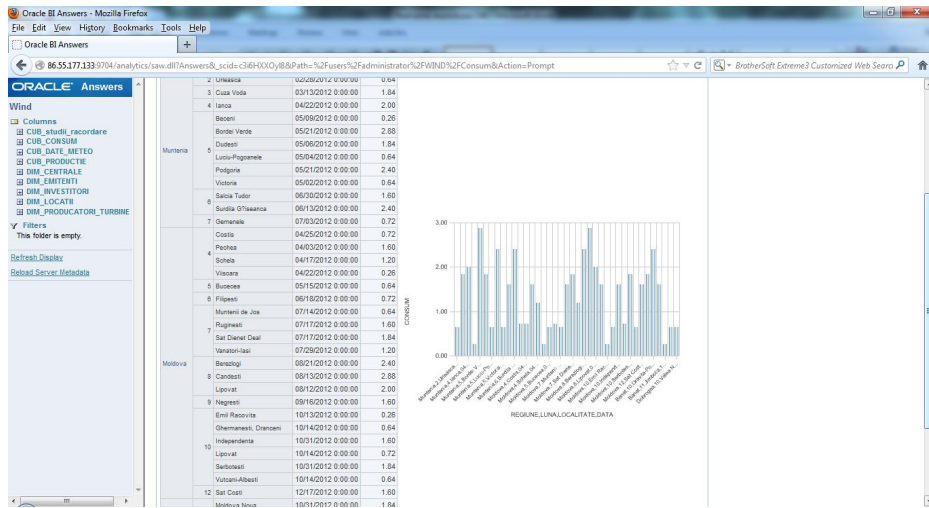


Figura 12 – Raport privind situația consumului energie înregistrat în stații

În figura 12 este prezentat un raport utilizat pentru analiza consumului de energie pe stațiile de record, agregat pe regiuni în decursul unei perioade de timp. Raportul se poate reconfigura ușor prin selectarea dimensiunilor și a ierarhiilor care pot fi incluse în tabelul de tip pivot-table.

4. Rapoarte pentru analiza modului de funcționare a centralelor la nivel național pe diferite perioade de timp.

Funcționarea centralelor este urmărită la nivel național în funcție de amplasarea geografică și puterea instalată. Este urmărit gradul de simultaneitate în funcționarea centralelor din aceeași zonă geografică ce prezintă condiții meteo similare. Producția este analizată și în funcție de tipurile de turbine deoarece pot exista diferențe notabile. În rapoarte este analizat gradul de încărcare a centralelor, numărul de ore de funcționare/staționare/revizie.

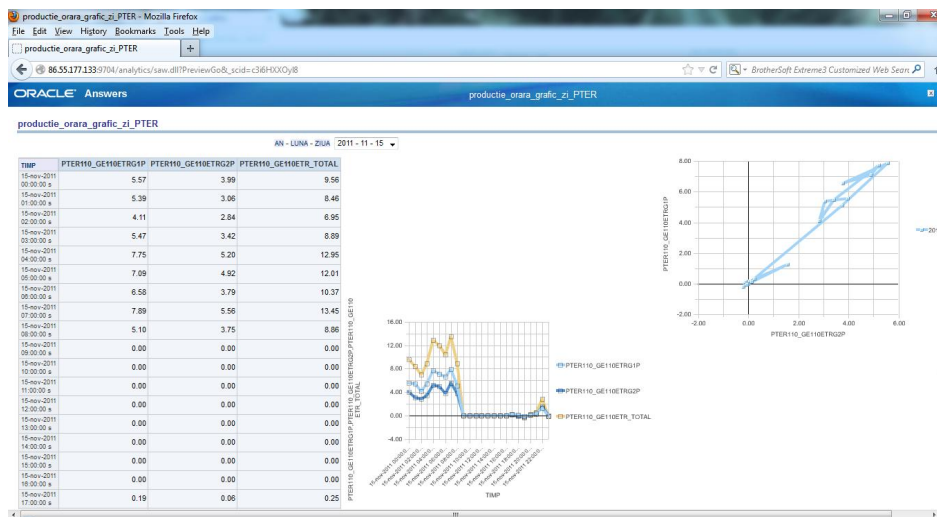


Figura 13 – Raport privind funcționarea centralelor eoliene la nivel național

Raportul prezentat în figura 13 permite utilizatorilor să analizeze gradul de corelație referitor la funcționarea în decursul unei zile a două grupuri eoliene, Peștera1 și Peștera2. Analiza gradului de corelație în ceea ce privește funcționarea unor centrale situate în aceeași regiune/localitate permite o estimare mai bună a producției viitoare prin ajustarea în paralel a predicțiilor din centralele respective. Raportul este flexibil și permite selectarea datei și a centralelor pentru care este realizată diagrama de tip Scatter.

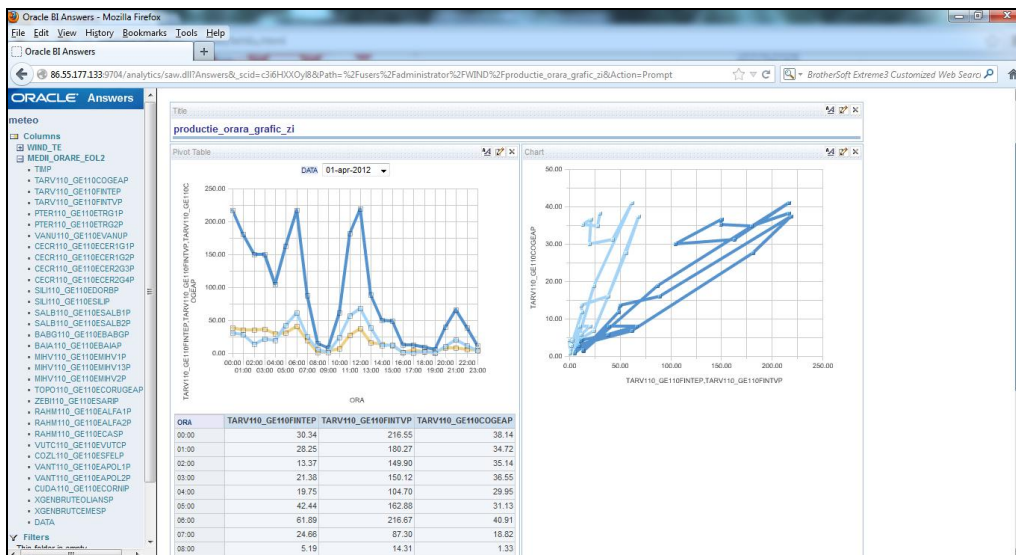


Figura 14 – Analiza simultaneității în funcționarea centralelor dintr-o anumită regiune

De exemplu, utilizatorul poate alege din lista de centrale disponibile anumite grupuri dintr-o zonă care vor fi reprezentate sub formă grafică și tabelară pe intervalele orare aferente unei anumite zi (figura 14).

5. Rapoarte pentru analiza evoluției condițiilor meteo și a predicțiilor de energie la nivel național.

Pentru predicțiile de energie eoliană se utilizează modelele implementate în etapele 2011-2012. Modelele sunt construite astfel încât estimările obținute să fie integrate în baza de date centralizată accesibilă prin intermediul depozitului OBI Repository. Aceste estimări sunt vizualizate online, în timp real prin intermediul rapoartelor din tabloul de bord.



Figura 15 – Analiza predicțiilor în raport cu producția înregistrată

Utilizatorii au posibilitatea de a vizualiza comparativ estimările obținute prin modelele de predicție cu producția înregistrată într-o anumită stație pe un interval de timp (figura 15). Raportul se bazează pe predicțiile realizate prin modelul de regresie implementat în etapa 2012 și care permite estimarea producției de energie dintr-o centrală pe baza modului de funcționare a celorlalte centrale stabilite ca fiind atribute relevante pentru model (figura 16).

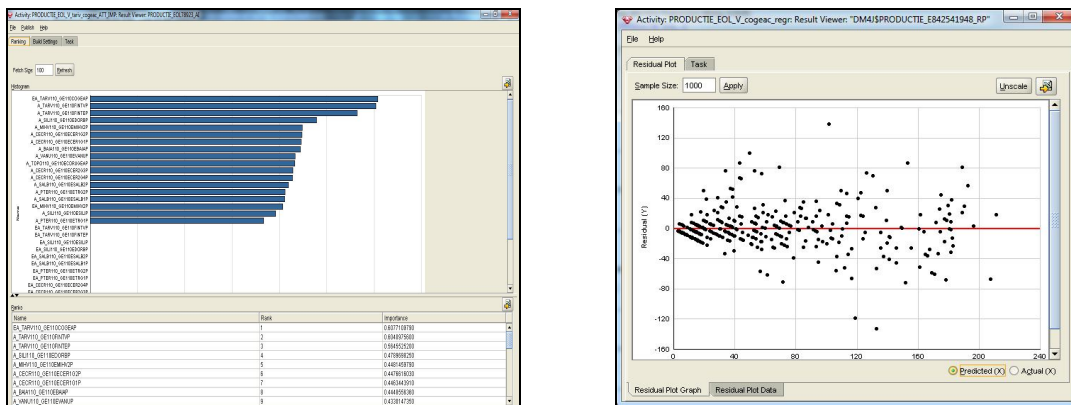


Figura 16 – Rezultate ale modelului de regresie pentru determinarea gradului de simultaneitate în funcționarea centralelor din aceeași zonă geografică

După aplicarea modelului de regresie sunt calculate statistici referitoare la abaterile de la estimările inițiale și la gradul de încărcare a centralelor pe perioade de timp.

1.3.3. REALIZAREA TABLOULUI DE BORD - WIND DASHBOARD

Cu ajutorul componentei Oracle BI Dashboard se integrează toate rapoartele realizate într-un mediu de tip tablou de bord accesibil atât prin calculatoare personale și laptopuri cât și prin intermediul dispozitivelor mobile de tip PDA sau telefoane mobile. Tabloul de bord va avea următoarele secțiuni: pagina principală, avize și contracte, analiza consumului, analiza producției, estimări și predicții.

Această modalitate de prezentare permite navigarea ușoară și analiza rapoartelor într-un mod centralizat, dar și posibilitatea de a reveni la modulul de reconfigurare a rapoartelor (OBI Answers) pentru modificarea parametrilor și a stilului de prezentare.

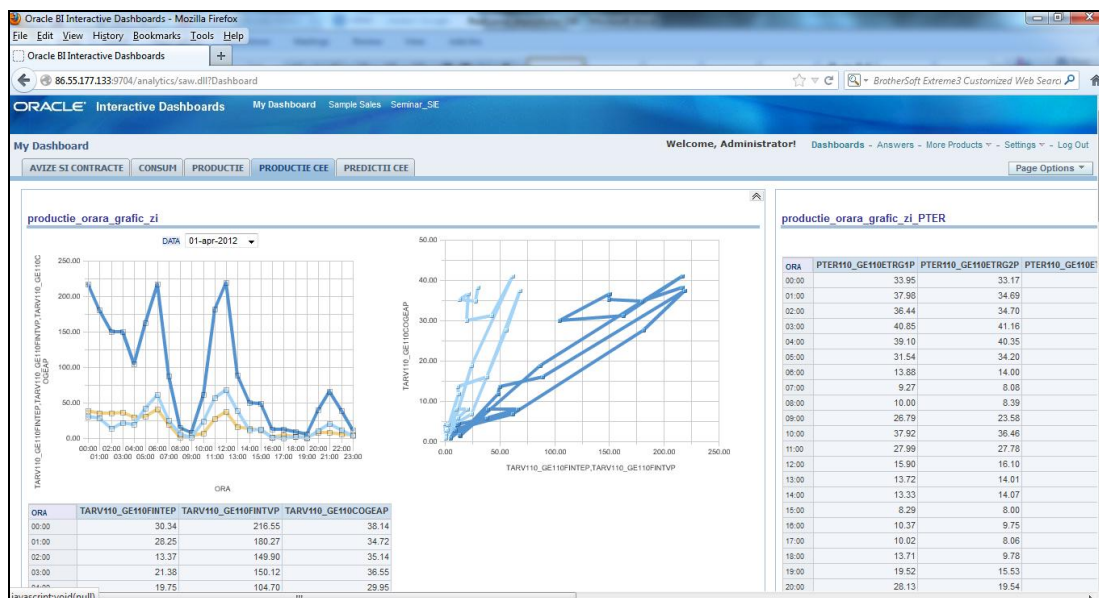


Figura 17– Rapoartele de analiză a producției și a funcționării centralelor integrate în tabloul de bord

În figura 17 este prezentată secțiunea de analiză a producției în care sunt integrate rapoartele pe intervale orare, graficele privind funcționarea și gradul de simultaneitate și rapoartele sintetice cu producția agregată pe zile/luni și regiuni.

Rezultatele din acest subcapitol au fost diseminate în lucrările: [BABO12], [BFBO12], [OBBV12].

2. EVALUAREA PERFORMANTELOR PROTOTIPULUI

Prin proiectul *SOLUTII INFORMATICE PENTRU ASISTAREA PROCESULUI DECIZIONAL IN MEDIILE INCERTE SI CU EVOLUTII PUTIN PREDICTIBILE IN VEDEREA INTEGRARII IN REțele DE TIP GRID* am dezvoltat un prototip de sistem suport pentru decizii care permite analiza și consultarea în timp real a funcționării centralelor eoliene instalate la nivel național. Prototipul realizat a fost prezentat în cadrul unei întâlniri cu directorii instituției, fiind evaluate funcționalitățile și performanțele sale. În cadrul acestei întâlniri au fost propuse o serie de îmbunătățiri ce pot fi aduse pentru o funcționare cât mai îndelungată și cu rezultate cât mai bune.

2.1. EVALUAREA PROTOTIPULUI

Pentru evaluarea prototipului s-a organizat o sesiune de discuții cu directorii instituției. În cadrul întâlnirii s-au identificat anumite puncte slabe ale proiectului pentru a fi înlăturate pe viitor și se fac o serie de recomandări pentru îmbunătățirea performanțelor. În raportul anterior am identificat o serie de criterii de performanță prin care prototipul propus este evaluat astfel încât în urma întâlnirii de validare să se poată aprecia gradul de îndeplinire a acestor criterii. În tabelul următor sunt prezentate aceste criterii precum și gradul lor de îndeplinire.

Tabelul 1 – Evaluarea sistemului conform criteriilor de performanță propuse

Criteriu de performanță	Gradul de îndeplinire
<i>Performanța</i>	<i>Ridicată</i> – Se constată îmbunătățiri față de etapa precedentă în timpul de execuție a modulelor, datorită folosirii serviciilor web. De asemenea, în cazul fazei curente pentru implementare s-a realizat un depozit de date centralizat în care datele sunt stocate separat și într-o formă semi-agregată, ceea ce conduce la minimizarea timpului de execuție. Pe lângă aceste aspecte legate de timpul de execuție sunt luate în considerare consistența și coerența datelor prezentate. Se observă că acest criteriu este îndeplinit.
<i>Suport decizional</i>	<i>Ridicată</i> – Sistemul este dezvoltat în conformitate cu cerințele factorilor decizionali implicați și oferă suport pentru analiza predicției energiei produse din sursele eoliene și dimensionarea corespunzătoare a rezervelor energetice din sistem. În urma evaluării funcționalităților prototipului se constată că acesta poate fi utilizat atât la nivel local, cât și la nivelul dispecerului național, în concluzie se consideră că acest criteriu de performanță este îndeplinit.
<i>Integrarea datelor din surse multiple</i>	<i>Ridicată</i> – Utilizarea depozitului de date centralizat și a unui proces ETL specializat permite integrarea datelor provenite din sursele diferite. Arhitectura complexă a sistemului folosește tehnologia XML, prin care se poate schimba rapid formatul surselor de date și pot apărea noi module de extragere. Aceste particularități duc la îndeplinirea criteriului.

<i>Interfața prietenoasă</i>	<i>Ridicată</i> – Sistemul este dezvoltat pe o platformă de tip portal, în acest caz interfața realizată oferă un acces rapid și direct la rapoarte, de pe orice dispozitiv cu capacitatea de conectare la internet (laptop, PC, PDA, telefon mobil). Oracle BI oferă facilități precum: prezentarea informațiilor din rapoarte se poate face atât grafic cât și tabelar cu facilități de analiză dinamică (rotații, secțiuni, navigări pe ierarhii), datele analizate se pot exporta în foi de calcul. Se consideră că sistemul întrunește toate condițiile pentru respectarea acestui criteriu.
<i>Flexibilitate</i>	<i>Ridicată</i> – Sistemul ține cont de toate aspectele analizei producerii de energie. Chiar dacă legislația se modifică, sistemul se poate adapta rapid la noile actualizări, fără mari pierderi de timp. Se consideră că acest criteriu este îndeplinit, cu un calificativ ridicat.
<i>Scalabilitate</i>	<i>Ridicată</i> – Realizarea depozitului de date centralizat ce conține dimensiuni de bază conduce la o scalabilitate crescută a sistemului care se poate redimensiona ușor prin adăugarea unor module noi (de exemplu modulul destinat căutărilor) fără a pierde din performanță. Din acest motiv considerăm că acest criteriu este îndeplinit.
<i>Mentenanța</i>	<i>Ridicată</i> – Utilizarea unor tehnologii flexibile, de vârf, pentru realizarea sistemului face ca mentenanța acestuia să poată fi ușor realizată. Mentenanța depozitului și extragerea și curățarea datelor se face permanent prin intermediul procesului ETL gestionat în Oracle Warehouse Builder, iar actualizarea rapoartelor se va face la cerere prin introducerea unor variabile, parametrii și indicatori noi în Oracle BI. Aceste operații vor fi făcute de către personalul specializat din departamentul IT. Datorită faptului că aceste operații se pot face facil considerăm că acest criteriu este îndeplinit.

În urma analizării tabelului 1. se poate observa că sistemul dezvoltat oferă suport decizional ridicat, performanță ridicată, interfață prietenoasă, flexibilitate ridicată, scalabilitate ridicată, mentenanță ridicată și integrarea datelor din surse diferite se face de asemenea la un nivel ridicat.

2.2. ANALIZA FUNCȚIONALITĂȚILOR PROTOTIPULUI REALIZAT ȘI ÎMBUNĂȚIREA ACESTORA

Prototipul realizat este disponibil printr-o platformă online și compus din două module principale: un modul configurabil destinat unităților producătoare pentru monitorizarea, predicția și analiza funcționării centralelor locale și un modul de analiză și simulare destinat autorităților de reglementare care să permită accesul imediat la informațiile și situațiile privind funcționarea grupurilor producătoare de energie eoliană. Prototipul conține modele funcționale pentru integrarea și analiza datelor provenite din centralele locale, pentru predicția energiei produse din surse regenerabile în vederea dimensionării corespunzătoare a resurselor din sistem, pentru asistarea și fundamentarea deciziilor ținând cont de caracteristicile acestui domeniu.

Utilitatea prototipului decurge din următorul considerent: în *Strategia energetică a României pentru perioada 2007 – 2020*, unul dintre obiectivele prioritare ale dezvoltării sectorului românesc este promovarea producerii energiei pe baza de resurse regenerabile, astfel încât ponderea acestor resurse în totalul consumului brut de energie electrică să fie de 35% în anul 2015 și 38% în anul 2020. Conform studiilor OTS Transelectrica, în prezent, în România

exista un numar important de producatori de energie electrica din surse regenerabile care beneficiaza de certificate verzi, a caror putere instalata este de cca 2500 MW la 1 aprilie 2013 din care 2095 MW in grupuri eoliene (207 nedispecerizabile și 1888 MW dispecerizabili), 94 MW centrale fotoelectrice, 365 MW instalati in micro-hidrocentrale si 40 instalati in biomasa. Investitiile în acest domeniu au înregistrat o creștere fulminantă, din 2009 când se înregistrau aproximativ 100 MW pe total regenerabile până în prezent când puterea instalată a crescut la peste 2500 MW. In prezent sunt înregistrate cereri noi în domeniul energiei eoliene de peste 20000 MW in fază de contracte și avize tehnice de racordare în principal în Dobrogea, Moldova și Banat.

Pentru a putea insa analiza si gestiona unitar aceste resurse energetice este necesar ca unitățile producătoare să dispună de sisteme informatice performante, care să le ofere posibilitatea de a monitoriza și analiza eficient procesele tehnologice și de afaceri. O astfel de abordare este utilă și pentru autoritățile naționale responsabile cu monitorizarea și controlul unităților producătoare astfel încât sursele de energie eoliană sa poata fi coordonate intr-un mod unitar. Un alt aspect deosebit de important este necesitatea de a avea o componenta destinata analizei si suportului decizional atat la nivel tactic cat mai ales la nivel strategic pentru a realiza un management eficient si competitiv al acestor resurse. Pentru a realiza această componentă am ținut cont de caracteristicile centralelor eoliene și de urmatoarele probleme:

- Dependența generării eoliene de condițiile meteo conduce, chiar si atunci cand bate vântul, la o productie limitata conditionata de mai multi factori meteorologici: viteza, directia si durata vantului. Datorita caracterului aleator al vantului, o prognoza suficient de buna (cu erori mai mici de 10%) nu a putut fi realizata numai prin intermediul metodelor stohastice, din acest motiv am utilizat tehnici de data mining.

- Fluctuațiile de putere produsă de sursele eoliene necesita rezerve de putere rapide care sa poata fi utilizate in doua situatii distincte: cand crește producția eoliană, rezervele trebuie descarcate, iar cand producția scade, rezervele trebuie incarcate pentru a acoperi consumul sistemului. *Cu cat prognoza de energie electrica produsa de sursele eoliene este mai precisa cu atat se reduce necesarul de rezerve rapide de putere in sistem.* Rolul unei prognoze bune este deosebit de important, avand in vedere ca se reduc costurile pentru siguranța in functionare a sistemului si, implicit, nu au loc cresteri semnificative ale pretului energiei electrice ca urmare a acestor rezerve. Presupunând că există o prognoză cu o eroare de cel mult 10%, fluctuația puterii produse de centralele eoliene fiind de cca 300 MW într-o oră, înseamnă că rezerva de putere necesară este de cca 330 MW. Dacă însă fluctuația este de 600MW într-o oră, atunci necesarul de rezervă se dublează, dublându-se și costurile aferente disponibilității rezervei de putere rapidă. În realitate în momentul funcționării, fluctuația puterii generate într-o oră de centralele eoliene este de 300 MW, însă rezervarea unei puteri de 600 MW duce la costuri mult mai mari fără să fie necesară utilizarea rezervelor.

În conformitate cu Codul Comercial al pieței de energie electrică din România, unitățile producătoare de energie electrică sunt obligate să notifice producția orară, urmând ca acestea să fie interesate să respecte pe cât posibil estimarea transmisă Operatorului Pieței (OPCOM) și Dispecerului Energetic Național (DEN). În cazul în care există fluctuații față de notificări, dezechilibrele se plătesc. Codul prevede existența unor părți responsabile cu echilibrarea (PR) care sunt constituite din una sau mai multe entități de producere a energiei electrice care au ca scop evitarea dezechilibrelor. De exemplu, o astfel de asociație poate fi formată din producători de energie eoliană, hidro și energie solară. O notificare greșită făcută de către eolian poate avea consecințe nefaste și pentru hidro și solar. In situația în care notificarea unui PR nu este respectată, Operatorul de Transport și de Sistem (Transelectrica) este nevoit să redispecerizeze unitățile de producere a energiei electrice astfel încât să asigure în orice moment echilibrul dintre producție și consum care se reflectă în frecvența de funcționare a sistemului.

2.2.1. ANALIZA COMPONENTELOR PROTOTIPULUI ȘI A SOLUȚIILOR REALIZATE

În cadrul proiectului am realizat un prototip inteligent pentru predicția, analiza și monitorizarea funcționării centralelor eoliene. Acest prototip conține următoarele componente:

- *un model de integrare și procesare a datelor* prin care datele privind funcționarea centralelor eoliene sunt integrate într-o bază de date centralizată unde s-a construit modelul de monitorizare și predicție a producției de energie eoliene. Pentru analiza avansată a datelor am realizat un depozit de date astfel încât utilizatorii din unitățile producătoare să poată vizualiza online indicatorii privind funcționarea CEE locale.
- *un model de predicție a energiei eoliene* produse prin care am urmărit să îmbunătățim estimările date de producători pe intervale orare și medii zilnice astfel încât să scadă costurile legate de diferențele dintre notificări și producția efectivă și să crească siguranța în funcționare. Modelul experimental rezultat este compus din metode și algoritmi de data mining dezvoltați și validați pe baza datelor de test provenite de la unitățile locale.
- *un model de analiză și prezentare a datelor* prin intermediul unui tablou de integrat pentru monitorizare, predicție și analiză avansată destinat în primul rând unităților producătoare, dar și o secțiune destinată autorităților de reglementare.

Funcționalitățile prototipului au fost dezvoltate, testate și validate incremental pentru a reduce riscurile de realizare, dar și pentru a include și modificările apărute pe parcurs. Dezvoltarea sa a presupus depășirea unor *probleme și riscuri* legate de următoarele aspecte:

1. *Date provenite din surse eterogene* - în cadrul centralelor producătoare de energie regenerabilă instalate există sisteme de monitorizare diverse (de exemplu SCADA/EMS) ce utilizează o multitudine de algoritmi de alocare și gestiune a echipamentelor. Din aceste centrale provin informații, prognoze și predicții cu diferite erori din diverse tipuri de aplicații și dispozitive locale. Pe baza acestor date se transmit on-line în sistemul EMS - SCADA o serie de situații către autoritățile de reglementare privind starea elementelor și funcționarea grupurilor. Cerințele referitoare la informațiile necesare procesului decizional la nivel tactic și strategic sunt mari, din acest motiv fiind necesară organizarea acestor date în depozite de date, precum și utilizarea de instrumente specifice de extragere, prelucrare și prezentare într-un format cât mai accesibil factorilor de decizie. Membrii echipei de cercetare au realizat și prezentat o serie de soluții de integrare a datelor diseminate și în cadrul articolelor prezentate [BOBA11], [BOTH11_1], [BARA10].

2. *Predicții și notificări eronate* - În unitățile producătoare de energie regenerabilă bazate în special pe resurse eoliene, nu există implementate soluții eficiente de predicție a producției, fiind înregistrate erori mari. Cea mai importantă problemă, de care depinde producția, rentabilitatea investițiilor în centralele eoliene, dar și dimensionarea rezervelor energetice din sistem, este componenta pe care se bazează funcționarea acestora 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 umbră, orografia solului, caracteristicile de putere, pierderile până la punctul de conectare etc. Acești factori sunt identificați și prezentați pe larg în lucrările fundamentale [ACKE05], [BUSH01], [LAGI03]. Pentru un management eficient al resurselor este necesar să se poată realiza o predicție cu o eroare cât mai mică. Pe lângă erorile înregistrate apare și problema costurilor extrem de ridicate legate de puterea de calcul a serverelor folosite ceea ce duce la imposibilitatea aplicării lor în cadrul unităților energetice din România. Cercetările realizate de către membrii echipei în acest sens au demonstrat faptul că printr-o serie de algoritmi specifici de data mining pentru predicția puterii produse se pot obține rezultate notabile în special prin stabilirea unor praguri de putere, prognoza fiind mult mai aproape de valorile măsurate în realitate. Astfel, soluțiile realizate în cadrul acestui proiect și

diseminate de către membrii echipei în cadrul tezelor de doctorat [VELI11], [BOTH11] și a lucrărilor științifice [LUVE12], [BAVE10], [BALU10] se bazează pe o serie de algoritmi de data mining care îmbunătățesc considerabil predicțiile de energie.

3. *Necesitatea unor modele de analiză avansată* – datele integrate și organizate unitar trebuie prelucrate și modelate astfel încât să fie transformate în informații și cunoștințe utile procesului decizional strategic. O astfel de cerință poate fi satisfăcută doar prin aplicarea unor modele de analiză multidimensională, de simulare, previziune și planificare a activităților. În cadrul proiectului am elaborat un model al datelor și un model de analiză multidimensională a activităților. Pentru reprezentarea informațiilor geospatiale am utilizat sistemele informatice geografice (SIG), care au permis crearea de hărți și vizualizarea de scenarii. Implementarea unui astfel de model asigură o imagine de ansamblu asupra managementului organizației, permite planificarea coerentă a activităților, optimizează procesul decizional și optimizează consumul de resurse utilizate. Modelele realizate au fost diseminate în numeroase lucrări [BAVE11_1], [BAVE11_2], [BAVE11_3], [OPBA11].

4. *Interfețe de prezentare a datelor ușor de utilizat* – ținând cont de tipologia decidenților, interfețele trebuie să fie ușor accesibile, sintetice și cu posibilități de acces indiferent de locație sau platformă. Oferirea unor tablouri de bord complexe, cu multe informații și greu de navigat va conduce la imposibilitatea utilizării sistemului prin intermediul unor rețele cu conectivitate redusă. Datorită informațiilor strategice conținute, accesul trebuie să se facă în mod securizat și auditat. Un risc în acest caz este reprezentat de utilizarea dispozitivelor mobile prin intermediul unor rețele nesecurizate. Soluția realizată în cadrul proiectului are în vedere dezvoltarea modelelor de analiză într-un portal on-line care integrează toate submodulele platformei și oferă acces centralizat la componentele de administrare, analiză, predicție, colaborare etc. Utilizând cele mai noi tehnologii web, portalul asigură un standard înalt în ceea ce privește experiența utilizatorilor și accesibilitatea platformei pe diferite browsere și sisteme de operare, inclusiv cele mobile. Datele sunt prezentate utilizatorului prin tablouri de bord personalizate specifice rolului și poziției acestuia, care își va putea customiza rapoartele sau graficele fără să aibă cunoștințe tehnice sau să cunoască sursele de date pe care le accesează. Soluțiile realizate au fost diseminate de către membrii echipei în lucrările: [BAOP10], [OPBO12], [BABO13], [BAOP 2013].

În urma analizei funcționalităților și a performanțelor prototipului am constatat împreună cu echipa de evaluare din cadrul OTS că acesta poate fi utilizat cu succes pentru analiza funcționării centralelor eoliene pe plan național și că dispune de elementele necesare asistării deciziilor. Se pot adăuga funcționalități suplimentare prin construirea unor rapoarte specializate sau prin extinderea prototipului cu module destinate spre exemplu analizei financiare sau a activității de producție. Din punct de vedere al tehnologiilor utilizate, sistemul este construit utilizând instrumente și medii de dezvoltare bazate pe platforma Oracle destinate Inteligenței Afacerilor ceea ce conferă sistemului performanțe deosebite.

2.2.2. ORIGINALITATEA ȘI CONTRIBUȚIA INOVATIVĂ A PROIECTULUI

Prototipul realizat aduce o serie de contribuții la dezvoltarea cunoașterii științifice în domeniul analizei datelor prin metode noi de previziune și simulare și prin realizarea unor sisteme inteligente destinate suportului decizional în domeniul energiei. Am realizat un model de predicție bazat pe tehnici și algoritmi de data mining în vederea îmbunătățirii estimărilor de energie produsă de centralele electrice eoliene, astfel încât să se poată previziona dimensionarea corespunzătoare a rezervelor energetice în funcție de consum și de energia produsă. Am realizat un model al datelor prin care datele extrase din surse eterogene sunt integrate într-o bază de date centrală și un depozit de date centralizat pe baza căruia am dezvoltat un sistem de asistare a

deciziilor la nivel tactic și strategic pentru unitățile din sistemul energetic în vederea compatibilizării și integrării cu sistemele energetice la nivel național și european.

Soluția de realizare a prototipului vine cu o serie de elemente inovative: datele din unitățile producătoare sunt încărcate într-o bază de date centralizată cu elemente de reprezentare geospațiale. Pe această bază de date s-a construit pentru fiecare unitate producătoare modelul de monitorizare și predicție, apoi datele sunt transformate și încărcate în depozitul de date de unde sunt supuse analizei multidimensionale în vederea raportării indicatorilor de performanță. Utilizatorii au posibilitatea de a vizualiza datele cu ajutorul dispozitivelor mobile din orice locație. Accesul se face în mod autorizat, în baza drepturilor și privilegiilor la nivelul sistemului. Un alt element de noutate îl reprezintă componenta destinată autorităților de reglementare. Acestea au acces direct la datele de interes din baza de date centralizată, la situațiile și raportările cerute unităților producătoare și mai ales la modulul de predicție și simulare a funcționării centralelor electrice. Pentru acest modul am implementat algoritmi de data mining pentru predicție și pentru determinarea gradului de simultaneitate, datele fiind prezentate sub formă de hărți interactive cu ajutorul elementelor geospațiale integrate în baza de date centralizată.

3. IMPACTUL ȘI DISEMINAREA REZULTATELOR PROIECTULUI

3.1. ANALIZA IMPACTULUI IMPLEMENTĂRII PROTOTIPULUI

Prin componentele și modelele sale prototipul are un impact pozitiv asupra procesului de asistare a deciziilor în domeniul energiilor regenerabile atât pentru unitățile producătoare cât și pentru autoritățile de reglementare.

Prin modelul datelor, sistemul permite accesul rapid și în timp real al investitorilor și consultanților la date și informații reale despre viabilitatea proiectelor de energie eoliană și performanțele echipamentelor instalate, atrăgând astfel fonduri și noi dezvoltări în domeniu. De asemenea, sistemul permite autorităților să acceseze direct datele de interes referitoare la producătorii de energie regenerabilă.

Prin modelul de monitorizare, predicție și analiză prototipul permite eficientizarea alocării resurselor și rezervelor din sistem și sporește siguranța în funcționare. Predicția în domeniul energiei regenerabile reprezintă un subiect de interes și cu repercusiuni la nivel național, dat fiind că energia regenerabilă are prioritate la intrarea în sistemul energetic național. Astfel, dacă producătorii de energie regenerabilă estimează o producție de 300 MWh și în fapt realizează 600 MWh, sistemul energetic național trebuie să se adapteze la această schimbare și trebuie oprite centrale pe surse de energie tradiționale pentru a fi preluată întreaga cantitate produsă. Următorul pas atunci când apar erori în prognoză este de a identifica posibilitatea de reducere/oprire a grupurilor aflate în funcțiune astfel încât să permită producție mai mare de energie regenerabilă în sistem, în caz contrar oprindu-se/limitându-se producția de energie regenerabilă. Exemplul funcționează și dacă luăm în considerare inversul situației. Dacă producătorul a estimat greșit și a produs mai puțină energie electrică decât a previzionat, alte centrale electrice trebuie să intre rapid în funcțiune pentru a compensa deficitul, altfel înregistrându-se fluctuații.

Componenta de analiză multidimensională a datelor realizată conține modelul de simulare a funcționării centralelor la nivel național, inclusiv gradul de simultaneitate ceea ce permite determinarea mai corectă a rezervelor de putere din sistem. Astfel, chiar dacă o parte

dintre investitorii dintr-o anumită zonă vor avea un sistem de predicție eficient, pe baza gradului de simultaneitate al modelului se va putea determina și corecta estimarea de producție și pentru unitățile care nu dispun de sisteme performante de predicție (de exemplu pentru unitățile nedispecerizabile sau pentru unitățile care dispun de sisteme cu erori mari).

Prin componenta de prezentare și raportare a datelor, prototipul dezvoltat facilitează accesul managerilor la informații pentru a justifica deciziile lor strategice, minimizează timpul de decizie prin acces imediat la informații și rapoarte centralizatoare și crește relevanța informațiilor. Implementarea sistemului furnizează companiilor un avantaj competitiv în piață față de competitorii existenți. Un sistem inteligent poate conduce la o înțelegere mai bună a informațiilor prezentate și facilitează comunicarea în interiorul și în exteriorul companiei.

Rezultatele obținute din dezvoltarea prototipului pot fi aplicate direct în mediul economic. Principalele avantaje economice ale utilizării sistemului sunt următoarele: reducerea investiției inițiale în designul și dezvoltarea unui depozit de date pentru analiza de business și o utilizare mai eficientă a timpului angajaților și creșterea eficienței deciziilor.

Prototipul se adresează investitorilor în energii regenerabile unde managementul vrea să afle răspunsuri rapide la cererile lor pentru schimbările rapide din piață. Dintr-un punct social de vedere, beneficiarii sunt managerii și personalul tehnic de la producătorul de energie regenerabilă și directorii autorităților din domeniu. Pe lângă avantajele incontestabile pe care le aduce energia produsă din surse regenerabile, reducând emisiile de gaze cu efect de seră din atmosferă, ca urmare a costurilor ridicate a tehnologiei de obținere a energiei electrice din aceste surse, stimularea investițiilor în acest domeniu a dus la apariția schemei de sprijit prin intermediul certificatelor verzi valabilă până în 2020. Acestea sunt obținute pe MWh de către producători, furnizorii de energie electrică având obligația să le achiziționeze în cote proporționale cu consumul deservit. Valoarea acestor certificate verzi se regăsește pe factura consumatorului final de energie electrică proporțional cu consumul înregistrat. Având în vedere dependența dintre consum și schema de sprijin, este nevoie să se încurajeze consumul de energie electrică pentru a avea un volum mai mare de energie regenerabilă. În concluzie, putem considera că implementarea prototipului va permite unităților producătoare să-și eficientizeze activitățile de producție astfel încât să fie integrat în sistemul național un volum cât mai mare de energie regenerabilă.

3.2. DISEMINAREA ȘI EXPLOATAREA REZULTATELOR PROIECTULUI

Modul de diseminare a rezultatelor proiectului a cuprins atât publicarea unor cărți și articole pe domeniul de cercetare, participarea la conferințe internaționale de prestigiu pentru a face cunoscute rezultatele cercetării, cât și valorificarea rezultatelor cercetărilor în cursuri, laboratoare, seminarii. Diseminarea rezultatelor s-a realizat pe etape, după cum urmează:

Etapa 2013

- Anca ANDREESCU, **Adela BÂRA**, Manole VELICANU, **Iuliana BOTHA**, Alexandra FLOREA - *Data mining solutions for determining student's profile*, Quality and efficiency in e-learning - Proceedings of the 9th International Scientific Conference "eLearning and Software for Education" Bucharest, April 25 - 26, 2013, Volume 2, Publisher: Editura Universitatii Nationale de Aparare "Carol I" (ISSN: 2066 - 026X print 2066 - 8821 online); pp: 284-289, indexată ISI Proceedings
- **Anda VELICANU**, Ion LUNGU, Vlad DIACONIȚA, Codrin NISIOIU - *Cloud e-learning*, Quality and efficiency in e-learning - Proceedings of the 9th International Scientific Conference "eLearning and Software for Education" Bucharest, April 25 - 26,

2013, Volume 2, Publisher: Editura Universitatii Nationale de Aparare "Carol I" (ISSN: 2066 - 026X print 2066 - 8821 online); pp: 380-385, indexată ISI Proceedings;

- **Adela BÂRA, Iuliana BOTHA, Ion LUNGU, Simona-Vasilica OPREA** - Decision Support System in National Power Companies. A Practical Example (Part I), Database Systems Journal, vol. IV, no. 1/2013, pp. 37- 46, ISSN: 2069–3230;
- **Adela BÂRA, Iuliana BOTHA, Ion LUNGU, Simona Vasilica OPREA** - Prototype for a decision support system in national power companies, The 12th International Conference on Informatics in Economy (IE 2013), April 25-28, 2013, Bucharest, Romania, pp: 381-385, ISSN: 2284-7472, indexată ISI Proceedings
- Anca ANDREESCU, Vlad DIACONIȚA, Alexandra FLOREA, **Anda VELICANU** - Data quality assesment in data warehouses and analytic tools, The 12th International Conference on Informatics in Economy (IE 2013), April 25-28, 2013, Bucharest, Romania, pp: 371-376, ISSN: 2284-7472, indexată ISI Proceedings
- **Adela BÂRA, Simona Vasilica OPREA, Anda VELICANU, Iuliana BOTHA** - Spatial collaborative system for Wind Power Plants using Service Oriented Architecture, The 2013 International Conference of Computer Science and Engineering (ICCSE'13), World Congress on Engineering, London, UK, 30 iunie -7 iulie 2013, publicat in Lecture Notes in Engineering and Computer Science, pp 909-914, editura Newswood Limited International Association of Engineers, ISBN: 978-988-19252-8-2; ISSN: 2078-0958 (print), ISSN: 2078-0966 (online).

Capacitatea de diseminare a rezultatelor cercetărilor este demonstrată prin publicarea de catre membrii echipei a numeroase articole in reviste cotate ISI, in reviste si publicatii ale conferintelor indexate in baze de date internationale si incluse ISI Thomson Web of Science. De asemenea, cercetarile obtinute au fost incluse si in cartile si manualele elaborate si in capitole ale tezelor de doctorat sustinute de catre tinerii cercetatori implicați.

4. BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- [BABO13] A. BÂRA, I. BOTHA, I. LUNGU, SV. OPREA - Decision Support System in National Power Companies. A Practical Example (Part I), Database Systems Journal, vol. IV, no. 1/2013, pp. 37- 46, ISSN: 2069–3230;
- [BALU10] A. Bâra, I. Lungu, M. Velicanu, S. Oprea - Intelligent Systems for Predicting and Analyzing Data in Power Grid Companies, The IEEE International Conference on Information Society (i-Society 2010), London, UK, publicat în i-Society 2010 Proceedings, pp. 597-602, ISBN 978-0-9564263-3-8;
- [BAOP10] A. Bara, S. Oprea, A. Velicanu, V. Diaconita - Decision Support Systems - Solutions for Predicting, Monitoring and Integrating Wind Energy Resources into the National Grid Companies, International Conference DEEE, 2010, pag 54-60;
- [BAOP13] A. BÂRA, SV. OPREA, A. VELICANU, I BOTHA - Spatial collaborative system for Wind Power Plants using Service Oriented Architecture, The 2013 International Conference of Computer Science and Engineering (ICCSE'13), World Congress on Engineering, London, UK, 30 iunie -7 iulie 2013, publicat in Lecture Notes in Engineering and Computer Science, pp 909-914, editura Newswood Limited International Association of Engineers, ISBN: 978-988-19252-8-2; ISSN: 2078-0958 (print), ISSN: 2078-0966 (online).
- [BARA09] Adela BARA, Iuliana BOTHA, Vlad DIACONITA, Ion LUNGU, Anda VELICANU, Manole VELICANU, *A model for Business Intelligence Systems' Development*, Informatica Economică vol. 13, no. 4/2009
- [BARA10] A. Bâra, *Solutions for improving data extraction from virtual data warehouse*, Database Systems Journal, vol 1, nr. 1/2010, pp 27-36, ISSN 2069 – 3230;
- [BAVE10] A. Bâra, A. Velicanu, I. Lungu, I. Botha, Natural Factors that Can Affect Wind Parks and Possible Implementation Solutions in a Geographic Information System, The Proceedings of the International Conference on Development, Energy, Environment, Economics, 2010, pp. 50-54, ISBN 978-960-474-253-0;
- [BAVE11_1] A. Bâra, A. Velicanu, I. Lungu, I. Botha, Using Geographic Information System for Wind Parks' Software Solutions, International Journal of Computers, nr. 2, vol. 5, 2011, pp. 149-156, ISSN 1998-4308
- [BAVE11_2] A. Bâra, A. Velicanu, I. Botha, S-V. Oprea - Solutions for the Data Level's Representation in a Decision Support System in Wind Power Plants, The 13th International Conference on Mathematical Methods, Computational Techniques and Intelligent Systems, Iasi, Romania, July 1-3, 2011, publicat in Recent Researches in Computational Techniques, Non-Linear Systems and Control, pp. 259-264, ISBN: 978-1-61804-011-4;
- [BAVE11_3] A Bâra, A Velicanu, I Botha, SV Oprea - *Data transmission and representation solutions for wind power plants' management systems*, International Journal of Computers, Issue 2, Volume 5, 2011, pp. 476-484, ISSN: 1998-4308, <http://www.naun.org/journals/computers/>,
- [BOTH11] I. Botha - Integrarea tehnologiilor Web cu bazele de date relațional-obiectuale în contextul noii economii, conducător științific prof.univ.dr. Manole Velicanu, 2011;
- [BUSH01] T. Burton, D. Sharpe, *Wind Energy Handbook*, John Wiley & Sons, 2001, 642 pagini;
- [CHWO10] Chau Michael, Wong Cho Hung, *Designing the user interface and functions of a search engine development tool*, DECISION SUPPORT SYSTEMS, Volume: 48, Issue: 2, Pages: 369-382, JAN 2010 , ISSN: 0167-9236, cotat ISI Web of Knowledge
- [DIBA07] V. Diaconița, I. Botha, *The Level of system integration in Romania*, vol. The

- Proceedings of the Eighth International Conference on Informatics in Economy, 2007, pp. 169-174, ISBN: 978-973-594-921-1;
- [HOGE99] Jeffrey A. Hoffer, Joey F. George, *Modern Systems Analysis of Design*, Second edition, Addison-Wesley Longman, 1999
- [LAGI03] L. Landberg, G. Giebel, H.Aa. Nielsen, T.S. Nielsen, H. Madsen. Short-term prediction - An overview, *Wind Energy* 6(3), pp.273-280, 2003;
- [LUBA07] Lungu Ion, Bâra Adela – *Sisteme informatice executive*, Editura ASE, București 2007, ISBN 978 – 973 – 594 – 975 – 4
- [LUVE08] I. Lungu, M. Velicanu, A. Bâra, V. Diaconița, I. Botha - *Portal Based System Integration – Foundation for Decision Support*, *Journal of Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 1/2009, ISSN: 0424 – 267X
- [LUVE09-PN2] I. Lungu, M. Velicanu, A. Bâra, V. Diaconița, I. Botha - *Soluții informatice de asistare a procesului decizional și pentru dezvoltarea managementului bazat pe cunoștințe în instituțiile publice*, Raport de cercetare, faza 2009.
- [LUVE12] I. Lungu, A. Velicanu, A. Bâra, I. Botha, A.M. Mocanu, A. Tudor, *Spatial Databases for Wind Parks*, *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research Journal*, nr. 2/2012, vol.46, pp. 5-22, ISSN: 0424-267X;
- [MOAT04] Moss L., Atre S. – *Business Intelligence Roadmap – The complete project lifecycle for decision-support applications*, Addison-Wesley, 2004
- [NIEL93] Jakob Nielsen, *Usability Engineering*, 1993, ISBN 0-12-518406-9
- [OPBA11] SV Oprea, A Bâra, V Vlăducu, A Velicanu - *Data Level's Integrated Model for the National Grid Company's Decision Support System*, *Recent Advances in Computers, Communications, Applied Social Science and Mathematics*, International Conference on Computers, Digital Communications and Computing (ICDCCC'11), Barcelona, Spain, 15-17 septembrie 2011, pp 167-172, ISBN: 978-1-61804-030-5, WSEAS Press, <http://www.wseas.us/books/2011/Barcelona/ICICIC.pdf>
- [OPBO12] SV Oprea, I Botha, A Bâra, A Velicanu - *Prototype of a Decision Support System for analyzing and forecasting the Wind Energy Production in Romania*. The 1st International Conference on INFORMATION TECHNOLOGY and COMPUTER NETWORKS (ITCN '12), Vienna, Austria, *Recent advances in computer engineering Series, Latest trends in Information Technology*, ISSN: 1790-5190, ISBN: 978-1-61804-134-0, pp. 123-129;
- [OPRE09] SV. Oprea Simona - *Aspecte privind accesul deschis la rețelele electrice*. Integrarea surselor regenerabile de energie, Universitatea Politehnica, Bucuresti, 2009, coordonator prof.dr. ing. Mircea Eremia;
- [QUKO05] Alejandro Quintero, Dougoukolo Konare, Samuel Pierre - *Prototyping an intelligent decision support system for improving urban infrastructures management*, *EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH*, 162 (2005) 654–672, ISSN: 0377-2217
- [SAFF09] Dan Saffer, *Designing for Interaction: Creating Innovative Applications and Devices (2nd Edition)*, New Riders Press, ISBN 978-0321643391, 2009
- [SHPL09] Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, 5th edition, 2009 recenzat de Vilar Polona în *JOURNAL OF THE AMERICAN SOCIETY FOR INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY* (cotat ISI), Volume 61, Issue 5, pag 1073-1074, mai 2010, ISSN: 1532-2882
- [VELI11] A. Velicanu - *Baze de date spațiale în arhitectură orientată pe servicii*, teza de doctorat, ASE București, 2011, coordonator prof.univ.dr. Ion Lungu;