

Aplicația de simulare în energii regenerabile - KOGAION

Octavian CĂPAȚÎNĂ¹

Abstract: KOGAION is a computer model application that simplifies the task of designing distributed renewable energy generation systems, both on- and off-grid. KOGAION's optimization and sensitivity analysis algorithms allow you to evaluate the economic and technical feasibility of a photovoltaic, wind and hydro turbines technology options and to account for variations in technology costs and energy resource availability. Kogaion is permanently developed and enhanced according with the Romanian rules regarding incentives for renewables. It is adaptable to a wide variety of projects like wind, photovoltaic and hybrid energy, for large on-grid projects or small hybrid isolated projects (for a village, community-scale power system or individual systems). KOGAION can model the technical and economic factors involved in the project. For larger systems, KOGAION can provide an important overview that compares the cost and feasibility of different configurations. KOGAION is accessible to a large spectrum of users, financial decision makers included. Time references simulation is crucial for modeling variable resources, such as wind power. Unlike other software applications Kogaion supports all kind of wind description (Weibull, pdf, TS). KOGAION's sensitivity analysis on a given system determines the time variation and the potential impact of certain factors, like wind speed. It does not cover biofuel, hydrogen, fuel cells from renewables domain.

KeyWords: wind power assessment, CAD, renewables

Rezumat: Aplicația Kogaion, de statistică matematică, este destinată celor care proiectează sisteme bazate pe resurse regenerabile: eoliene și solare. Este în fapt o colecție de modele matematice pentru simulări în domeniul energiilor regenerabile. Nu acoperă, însă, domeniile biogazului, biomasei, cogenerării, hidrogenului și celulelor cu combustibil. Spre deosebire de alte aplicații parțial asemănătoare precum Homer (aplicația NREL, din departamentul de stat al energiei al SUA) sau RETSCREEN (Canada), care tratează doar aspectele economice, KOGAION acoperă trei aspecte fundamentale: resursele eoliene, proiectarea sistemelor hibride mici (aspectele ingineresti), ansamblurile hidro-eoliene.

Cuvinte cheie: evaluarea potențialului eolian, CAD, resurse regenerabile

Introducere

Aplicația Kogaion este organizată pe 8 direcții, după cum rezultă din tabelul 1, care cuprinde aproape toate modelele matematice ale versiunii curente v1.09. În cazul sistemelor hibride din "Configurare ..." modelul tehnic se trece la modelul de calcul economic al sistemului configurat.

Evaluarea resurselor eoliene și ansamblurile hidro-eoliene a fost punctele de la care s-a plecat în dezvoltarea acestei aplicații. S-a mai plecat de la unele date de potențial eolian (coeficienții Weibull) cumpărate de la o firmă certificată de Germanischer Lloyd și acreditată de DAR (Deutscher Akreditierungs Rat) pentru standardul DIN EN ISO 17025, care s-au dovedit eronate, pe rând, după două sesizări referitoare la necongruența lor (vezi figura 1). Utilizatorii, fie ei și consultanți sau experți, nu cunosc statistica matematică și prin urmare pot înghiți cu ușurință datele ce descriu potențialul eolian în zona de interes, care însă pot fi incorecte. De altfel, într-un foarte recent

studiu între experții din domeniul evaluării resurselor eoliene [1], rezultă azi o eroare de 30% în evaluările de potențial eolian.

Tabelul 1
Modelele matematice ale aplicației Kogaion v1.09

Turbine eoliene	Extragerea funcțiilor de transfer
	Comparații între turbine
	Comparații normalizate pentru turbine
	Baza de date - turbine
Prelucrări de date eoliene	Extragerea coeficienților Weibull din serii de timp
	Distributia lunară
	Distributia orară
	De la coeficienții Weibull la distribuția de probabilitate
	De la distribuția de probabilitate la coeficienții Weibull
	De la coeficienții Weibull la serii de timp
	Deducerea dimensiunii obstacolelor de la sol
	Variația vitezei vântului funcție de dimensiunea obstacolelor de la sol
	Comparație între 2 distribuții descrise prin coeficienți Weibull
	Modul de verificare ST și coeficienți Weibull
Estimare energie eoliană	Estimări la $h_{turbina}$ din ST măsurate $h_{măsură}$
	Estimări din ST pentru 2 turbine diferite în aceeași locație
	Estimări din ST pentru o turbină în 2 locații diferite
	Estimări din coeficienții Weibull
	Estimări din coeficienții Weibull pentru o turbină în 2 locații
Estimare investiții în eoliene (L220/2008)	Estimări economice pentru o turbină dată
	Estimări economice pentru o turbină pe intervalul de incertitudine al CV
	Estimări economice pe intervalul de incertitudine al CV cu corecție de inflație
	Estimări economice comparative pe o turbină în 3 locații diferite descrise prin coeficienți Weibull
Proiectarea sistemelor hibride mici	Definirea curbei de consum
	Configurarea unui sistem hibrid izolat și evaluarea economică a sistemului hibrid izolat configurat
	Configurarea unui sistem hibrid conectat la rețea și evaluarea economică a sistemului hibrid configurat
Baza de date pentru sisteme hibride	Module fotovoltaice
	Turbine eoliene
	Turbine hidro
	Încărcătoare baterii
	Invertoare
Estimări solare	Baterii
	Preluarea radiației solare din aplicația PVGIS
	Selecția modulelor solare din baza de date
	Calculul economic al investiției în parc solar cu orientare fixă
	Calculul economic al investiției în parc solar cu urmărirea în 2 axe
Integrare hidro-eoliană	Alegerea pompelor
	Calculul eficienței ansamblului hidro-eolian
	Simularea conservării: randamente în cazul decuplării turbinelor eoliene pe perioadele de exces de putere în SEN

¹ IPA, sucursala Cluj-Napoca

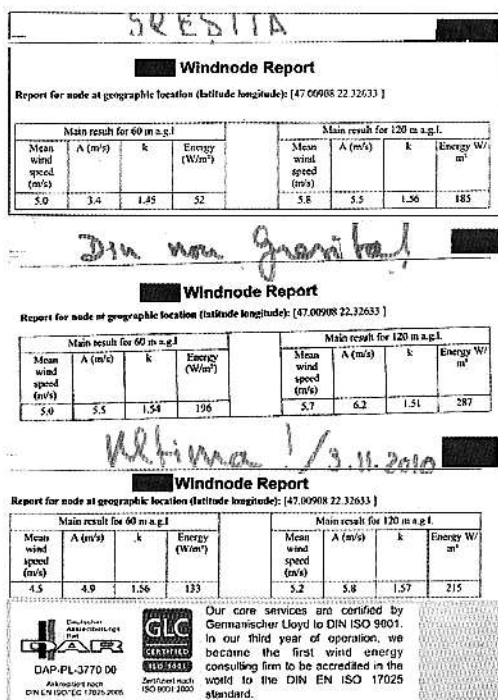


Fig. 1. Pentru o aceeași locație, 3 seturi de coeficienți Weibull

O eroare de până la 30% în estimarea vitezei medii a vântului înseamnă o eroare de până la -66% sau de până la +119% în estimarea puterii medii. Același domeniu de eroare se regăsește și la estimarea energiei anuale! Consultantul sau investitorul ar trebui să aibă instrumente prin care să se verifice congruența și consistența informațiilor cumpărate/dobândite pentru a nu genera erori majore de politică investițională. În continuare se prezintă doar două aspecte care singularizează aplicația Kogaion.

1. Evaluarea potențialului eolian

Evaluările Kogaion pot pleca de la oricare din formele care caracterizează o locație din punctul de vedere al potențialului eolian, adică de la seriile de timp, distribuția de probabilitate a vitezei vântului sau descrierea prin distribuția Weibull pentru a genera o formă de descriere complementară. Această facilitate care nu se regăsește la alte produse similare (Homer, Retscreen) permite analize complexe plecând de la surse diferite în forme diferite și reprezintă un puternic avantaj al aplicației Kogaion. Mai departe evaluările economice - indiferent dacă se referă la parcuri eoliene, solare sau hibride, adică venituri net actualizat (VNA), rata internă de revenire (RIR), timp de recuperare simplu și actualizat, raportul cost-beneficiu - se fac în condițiile Legii nr. 220/2008 cu modificările ulterioare. Această facilitate particularizează aplicația la condițiile României, fiind în consecință unică.

2. Proiectarea sistemelor hibride

Dacă ne referim la principalele două aplicații cu care Kogaion poate fi comparat, Homer și Retscreen, în ceea ce privește sistemele hibride, aplicația Kogaion verifică compatibilitatea tehnică elementelor din lanțul sistemului, fără a se mărgini la calcule economice generale. Acest gen de verificări este propriu sistemelor CAD de proiectare. Totuși, astfel de sisteme CAD generale nu există; există în schimb produse dezvoltate de companiile mari de invertoare pentru promovarea familiei de produse.

O bună alegere a invertoarelor asigură bunul renume al companiei producătoare. Acest gen de verificări îl face Kogaion în cazul sistemelor hibride unde verifică între multe altele dacă tensiunile de ieșire ale șirului de panouri înseriate sunt compatibile cu intrările încărcătorului (în cazul sistemelor izolate) sau cu intrările invertoarelor în cazul sistemelor conectate la rețea. În cazul sistemelor hibride, o facilitate importantă de configurare a sistemului (putere maximă, putere medie, energie medie consumată etc.) este definirea profilului de consum orar diurn. Plecând de la curba de consum diurn, proiectantul poate selecta resursa regenerabilă cea mai potrivită acestuia.

3. Calculul eficienței ansamblului hidro-eolian





Un alt punct original al aplicației Kogaion, care de fapt a fost și punctul de plecare în cercetările proprii privind energiile regenerabile [2], se referă la integrarea proiectelor eoliene cu sistemele de conservare prin pompare, respectiv la evaluarea potențialului eolian într-o arie geografică dată [3]. În modulele de calcul aferente acestei direcții calculăm în final diferențele de randament pentru parcurile eoliene în cazul în care dispunem de facilități de conservare prin pompare față de cazul în care, pe perioadele de exces de putere în SEN, parcurile eoliene sunt decuplate de către administratorul sistemului.

Concluzii

În tabelul 2 se prezintă comparativ câteva estimări anuale de energie realizate cu diferite aplicații soft în aceleași condiții (pentru că Retscreen-ul nu admite ca date de vânt independente altele decât cele din biblioteca proprie, s-a ales Cernăuți ca având potențialul cel mai aproape de cel din Săcuieu - Bihor).

Tabelul 2

Estimări eoliene comparative

Condiții de simulare la Săcuieu (Bh) 1000m alt, 10°C.,		
- potențial la 50m ds cu ST (cW 5,96m/s k-1,69 si Vm=5,3m.s),		
- turbina Vestas V90 (h _{turb} =82m)		
- dimensiunea echiv. a obstacolelor la sol 0,5m		
UTILITAR	Estimare Energie anuală (Gwh)	OBSERV.
 Kogaion v1.01	3.954	Estimare la Cernăuți ca fiind localitățile din RETSCR cu potențialul cel mai apropiat de Săcuieu (Bh): 3,6m/s fata de 3,5m/s la 10m ds
 RETSCEEN	4.037	
 DWIA	4.009	
 Homer 2.68	3.967	

O altă utilitate este elaborarea corectă a unor caiete de sarcini pentru achiziții de regenerabile. În continuare, figurile 2-11 prezintă câteva simulări din câteva segmente acoperite de aplicația Kogaion, pentru ca cititorul să poată estima el însuși capabilitățile și utilitatea ei în raport cu propriile cerințe și exigențe.

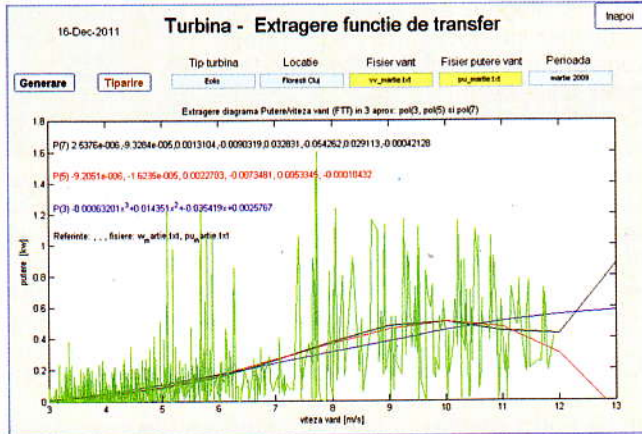


Fig. 2. Extragerea funcției de transfer (diagrama putere - viteză vânt) pentru o turbină eoliană monitorizată

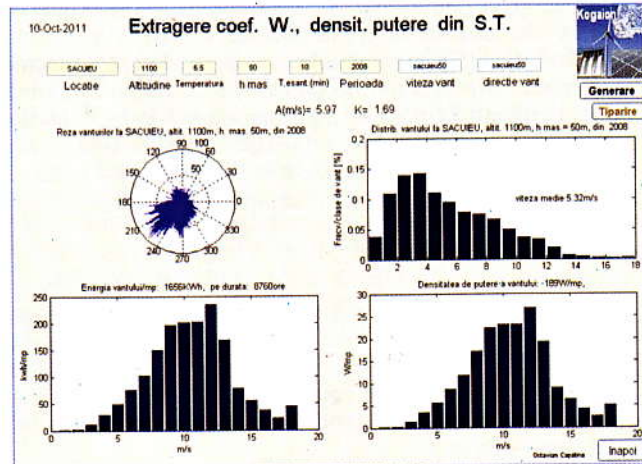


Fig. 3. coeficienților Weibull, calculul densității de putere din seriile de timp

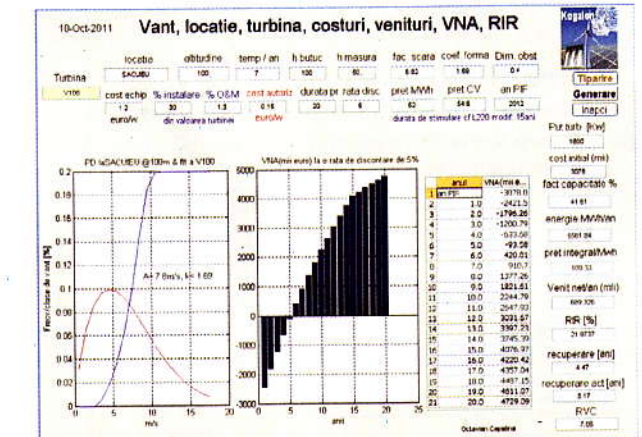


Fig. 4. Calculul parametrilor investiționali pentru o turbină dată, într-o locație dată

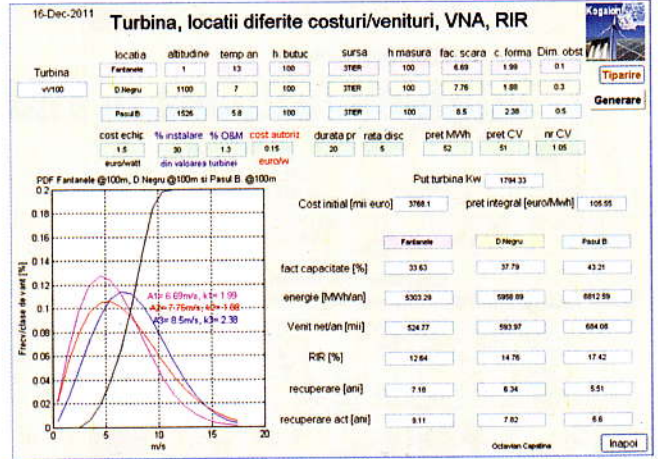


Fig. 5. parametrilor investiționali comparativ pentru o turbină dată, în 3 locații diferite

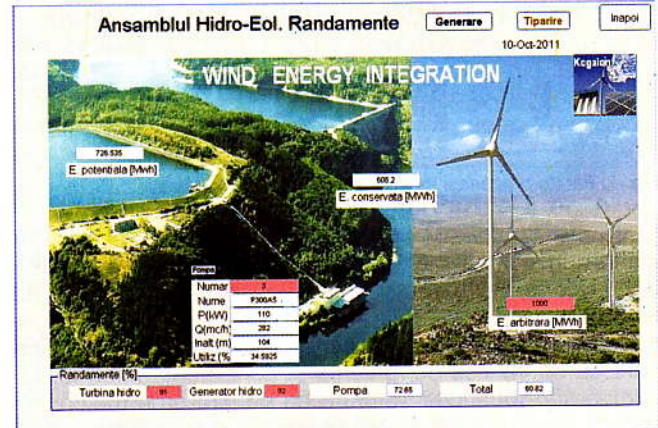


Fig. 6. Calculul randamentelor într-un sistem hidro-eolian de conservare prin pompare

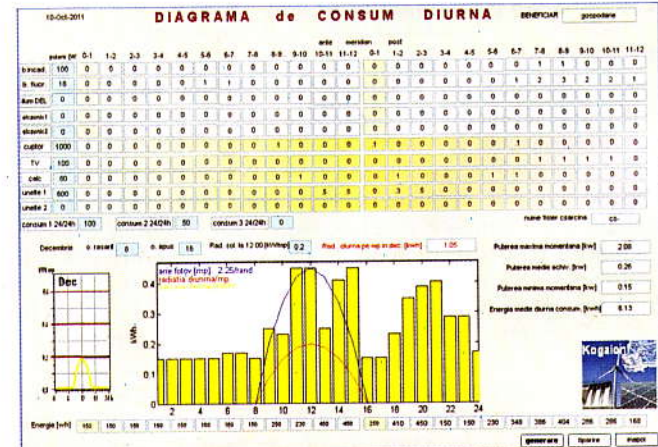


Fig. 7. Estimarea diagramei orare de consum pentru un beneficiar dat

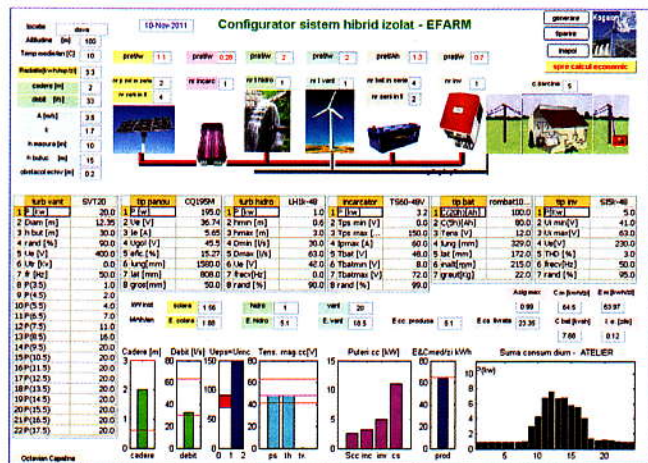


Fig. 8. Configurator de sisteme energetice, hibrid și izolat, într-o locație dată, pentru un consumator definit

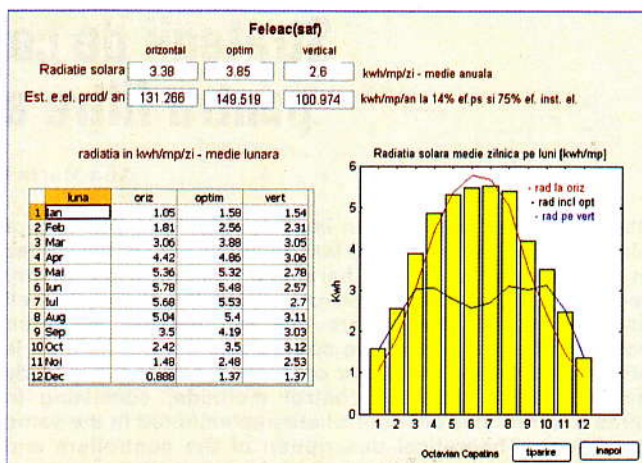


Fig. 10. Afișarea valorilor radiației solare lunare pentru diferite unghiuri, din PVGIS

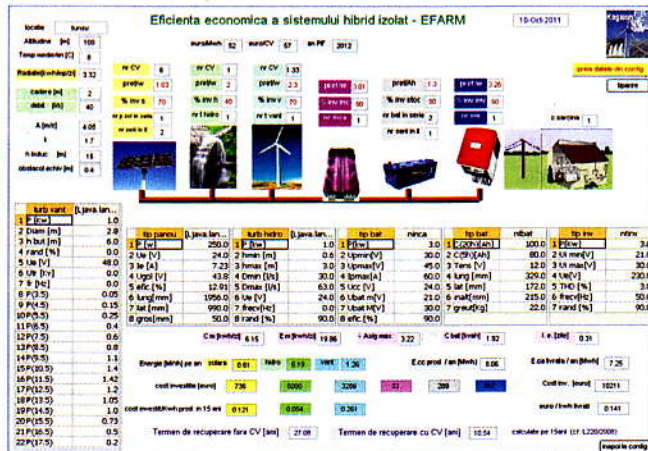


Fig. 9. Calculul parametrilor investiționali pentru sistemul hibrid definit anterior

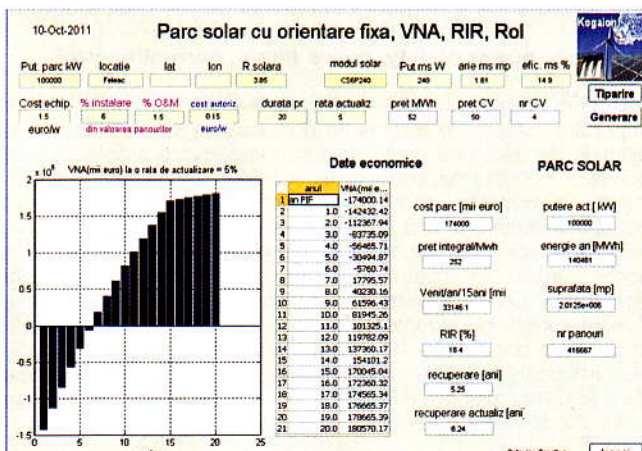


Fig. 11. Calculul parametrilor investiționali ai unui parc de o putere dată cu un panou fotovoltaic ales

Bibliografie

- [1] Javier S. R. - *State of the Art of Wind Resource Assessment*. WAUDIT
- [2] Căpățină O. - *Hydro-eolian energetical ensemble*. IFAC, ICPS'07, iulie 2007, Cluj-Napoca
- [3] Căpățină O. - *Wind potential determination in a known area*. IEEE AQTR, 22-25 mai 2008, Cluj-Napoca