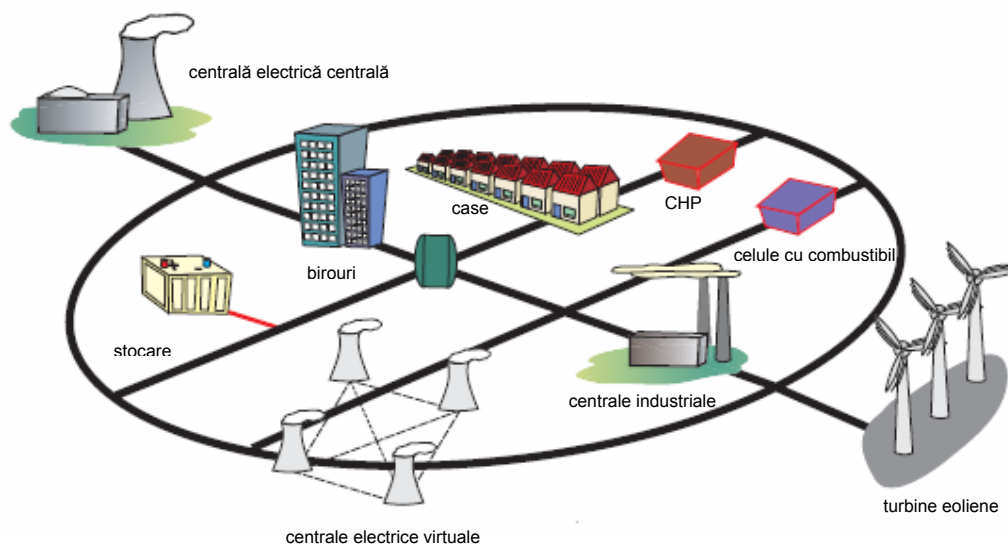


Calitatea și Utilizarea Energiei Electrice - Ghid de Aplicare

Producerea Distribuită și Regenerabile *8.3.1 Integrare și interconectare*



Producerea Distribuită și Regenerabile

Integrare și interconectare

Jan Bloem
KEMA Nederland BV
Mai 2007

**Leonardo
ENERGY**



Leonardo ENERGY este o inițiativă administrată de către European Copper Institute, respectiv de către propria sa rețea europeană, compusă din unsprezece centre, care au drept scop crearea de centre de informare utile proiectanților, inginerilor, contractorilor, arhitecților, directorilor/managerilor generali, profesorilor și studenților, care sunt implicați, profesional sau în orice alt mod, în domeniul energiei electrice. Prin intermediul a numeroase proiecte, inclusiv proiectul premiat Leonard Power Quality Initiative, peste 130 de parteneri din mediul academic și industrial de elită sunt implicați alături de Leonardo ENERGY. Website-ul www.leonardoenergy.org furnizează o serie de biblioteci virtuale care se referă la un domeniu larg de tematici cu privire la energia electrică, furnizând utilizatorilor, în mod regulat, articole de ultimă oră, note/documente aplicative, articole tip "briefing", rapoarte, precum și școlarizare interactivă.



European Copper Institute (ECI)

European Copper Institute este un joint venture între companiile miniere internaționale (reprezentate de către International Copper Association, Ltd. (ICA) și industria europeană de cupru. Prin membrii săi, ECI acționează în numele celor mai mari producători de cupru din lume și a principalilor prelucrători din Europa, pentru promovarea cuprului în Europa. Apărută în ianuarie 1996, ECI are suportul unei rețele de unsprezece Copper Development Association („CDAs”) în Benelux, Franța, Germania, Grecia, Ungaria, Italia, Polonia, Rusia, Scandinavia, Spania și Regatul Unit. Este continuatorul eforturilor întreprinse inițial de către Copper Products Development Association, fondată în 1959, respectiv de către INCRA (International Copper Research Association) fondată în 1961.

Societatea Inginerilor Energeticieni din România

Societatea Inginerilor Energeticieni din România - SIER, constituită în 1990, este o asociație profesională, autonomă, cu personalitate juridică, neguvernamentală, apolitică, fără scop patrimonial. Scopul Societății este de a contribui activ atât la creșterea rolului și eficienței activității inginerilor energeticieni, cât și la stabilirea orientărilor, promovarea progresului tehnic și îmbunătățirea legislației în domeniul energetic. SIER promovează un schimb larg de informații, cunoștințe și experiență între specialiștii din domeniul energetic prin cooperarea cu organizații similare naționale și internaționale. În anul 2004 SIER a semnat un acord de parteneriat cu European Copper Institute pentru extinderea și în România a programului LPQI (Leonardo Power Quality Initiative), program educațional în domeniul calității energiei electrice, realizat cu suportul Comisiei Europene. În calitate de partener al ECI, SIER este implicată în desfășurarea unei ample activități de informare și de consultanță a consumatorilor de energie electrică din România. Versiunea în limba română a prezentei broșuri a fost realizată exclusiv de către membrii SIER: traducerea a fost efectuată de **Prof. dr. ing. Petru Postolache**, iar verificarea de către **Dr. ing. Fănică Vatră** și **Dr. ing. Ana Poida**.

Atenționare

Conținutul acestui proiect nu reflectă în mod necesar poziția Comunității Europene și nu implică nici o responsabilitate din partea Comunității Europene.

European Copper Institute, KEMA Nederland BV și Societatea Inginerilor Energeticieni din România își declină răspunderea pentru orice daune directe, indirecte, subsidiare sau incidentale care ar putea să rezulte în urma utilizării informațiilor sau a inabilității de a utiliza informațiile și datele cuprinse în această publicație.

Copyright© European Copper Institute, KEMA Nederland BV și Societatea Inginerilor Energeticieni din România.

Reproducerea prezentului document este permisă numai sub forma sa integrală și cu menționarea sursei.



Membră a
EUROPEL

Societatea Inginerilor Energeticieni din România
No. 1, Lacul Tei Avenue, PO/BOX 30-33
020371 Bucharest
Romania

Tel: 4 0722 36 19 54
Fax: (4 021) 610 52 83
Email: office@sier.ro
Website: www.sier.ro



European Copper Institute
168 Avenue de Tervueren
B-1150 Brussels
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70
Fax: 00 32 2 777 70 79
Email: eci@eurocopper.org
Website: www.eurocopper.org

Integrare și interconectare

Introducere

Rețelele electrice tradiționale au fost construite pentru a transfera energia electrică de la un număr relativ mic de unități mari de producere, centralizate, către un număr mare de sarcini distribuite. Fluxurile de putere sunt, de regulă, unidireționale - de la generatorul central la sarcina distribuită. Această structură este prezentată în Figura 1. În prezent, unități - relativ mici - de producere distribuită (DG) au fost adăugate la aceste rețele de distribuție, chiar dacă ele nu au fost proiectate să aibă generatoare electrice. În acest tip de scenariu, prezentat în Figura 2, fluxurile de putere nu mai sunt unidireționale. Numeroase studii confirmă că, totuși, rețelele electrice pot să suporte fără probleme un grad de penetrare a DG de 10-15 % fără să fie nevoie de schimbări structurale majore, deși integrarea trebuie să fie bine controlată.

Trei tendințe susțin posibila diseminare a aplicării DG:

- ◆ restructurarea industriei de utilități care va permite accesul liber la piață;
- ◆ politica de creștere a utilizării RES (Renewable Energy Sources) care sunt mai potrivite pentru utilizarea distribuită decât pentru cea concentrată;
- ◆ progresele tehnologice.

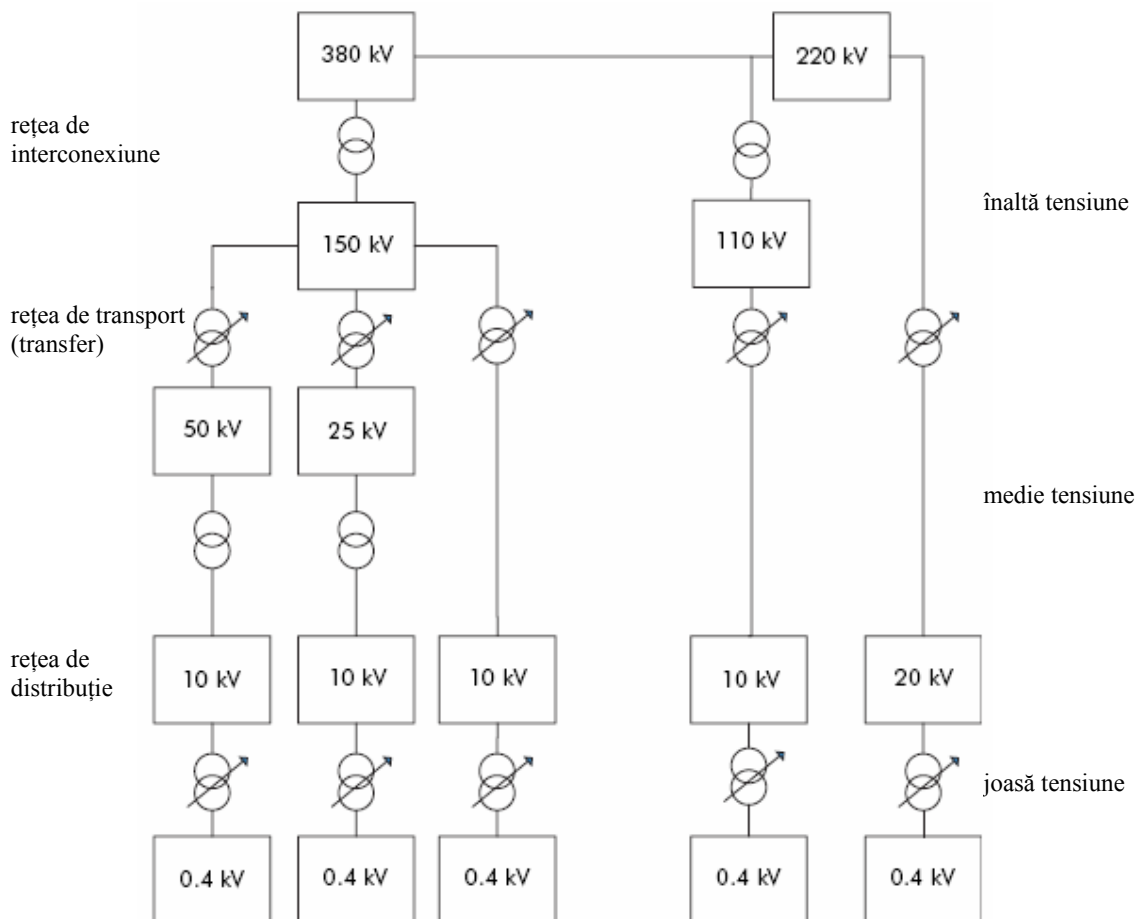


Figura 1 – Rețea electrică tipică cu generare centralizată racordată la rețea de transport de 380 kV.

Integrare și interconectare

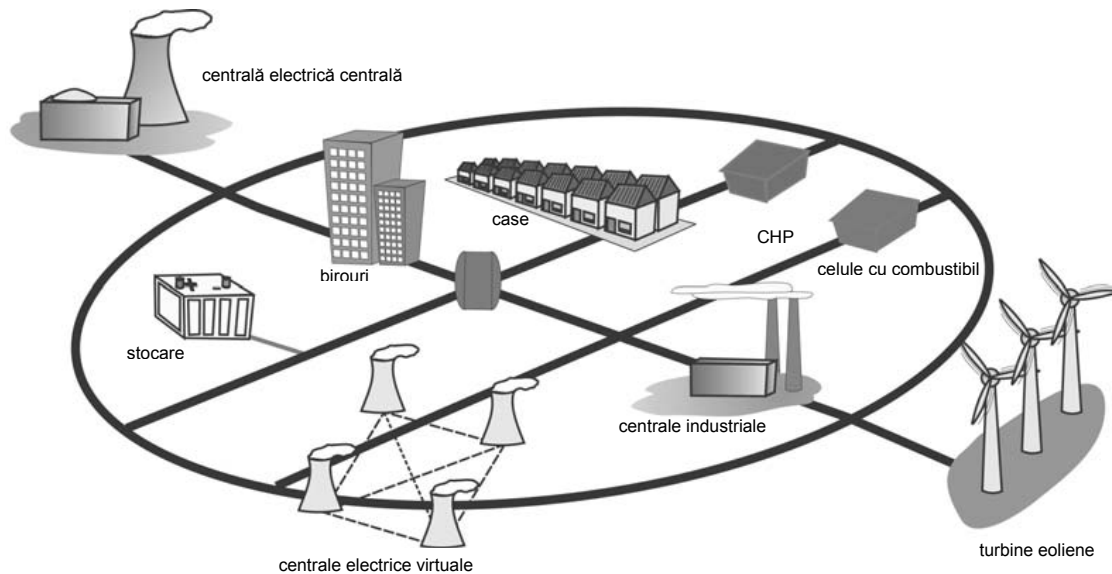


Figura 2 – Rețeaua electrică a viitorului; “Concept Energy Web” în care diferite instalații DG sunt racordate la rețeaua electrică, în special la nivelul tensiunii de distribuție.

Definiții privind integrarea și interconectarea

Integrare

Integrarea reprezintă conectarea (adăugarea) DG la rețeaua electrică la nivelul sistemului. Problemele importante ale integrării se referă la:

- ◆ sisteme de protecție;
- ◆ standarde de conectare;
- ◆ electronică de putere;
- ◆ probleme privind calitatea energiei electrice;
- ◆ simulare și modelare pe calculator.

Interconectare

Unitățile DG pot să fie independente față de rețea, în paralel cu rețeaua (conectate la rețea) sau o combinație a acestora. În ultima situație, unitatea DG funcționează, în mod normal, în paralel cu rețeaua dar, atunci când apare un defect, unitatea DG este deconectată de la rețea și continuă să funcționeze independent, în mod ‘insularizat’.

O distribuție tipică a conectării DG la rețeaua de medie tensiune a transformatorului principal este prezentată în Figura 3. Conectarea și deconectarea generatorului este realizată de întreruptorul transformatorului de putere dinspre generator (întreruptorul principal). În funcție de importanța (mărimea) instalației, separatorul transformatorului dinspre rețea poate fi înlocuit cu întreruptor.

Din punct de vedere electric, există trei tipuri de DG:

- ◆ generator sincron;
- ◆ generator asincron;
- ◆ invertor electronic.

Schema generală prezentată în Figura 3 ilustrează tehnologiile de interconexiune pentru instalațiile care folosesc generatoare sincrone și asincrone. Alte tipuri de tehnologii DG necesită folosirea unor scheme de interconexiune ușor diferite. În toate cazurile, din cauza nivelului de tensiune al punctului de interconectare, este necesar să se folosească un transformator. Unitățile de mică putere pot fi conectate direct la rețeaua de joasă tensiune.

Integrare și interconectare

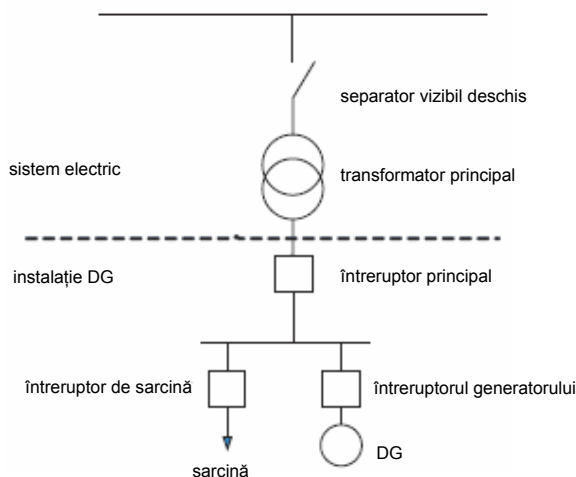


Figura 3 – Interconectare a tehnologiilor DG folosind generatoare sincrone sau asincrone.

Primele două reprezintă tehnologii tradiționale care folosesc mașini rotative, în timp ce a treia acoperă o largă gamă de convertoare electronice de putere. Din punctul de vedere al interconexiunii, aceste trei tipuri au un impact diferit asupra rețelei de distribuție.

Aplicații ale integrării și interconectării

Problemele operatorului

Operatorul unei unități DG trebuie să satisfacă cerințele interconectării cu furnizorul și/sau autoritatea de reglementare, care este responsabil pentru integritatea sistemului de distribuție. Cerințele pot fi impuse pentru a se asigura fiabilitatea, siguranța și calitatea energiei electrice astfel încât o analiză a problemelor de protecție și a circulației de putere ar putea fi necesare.

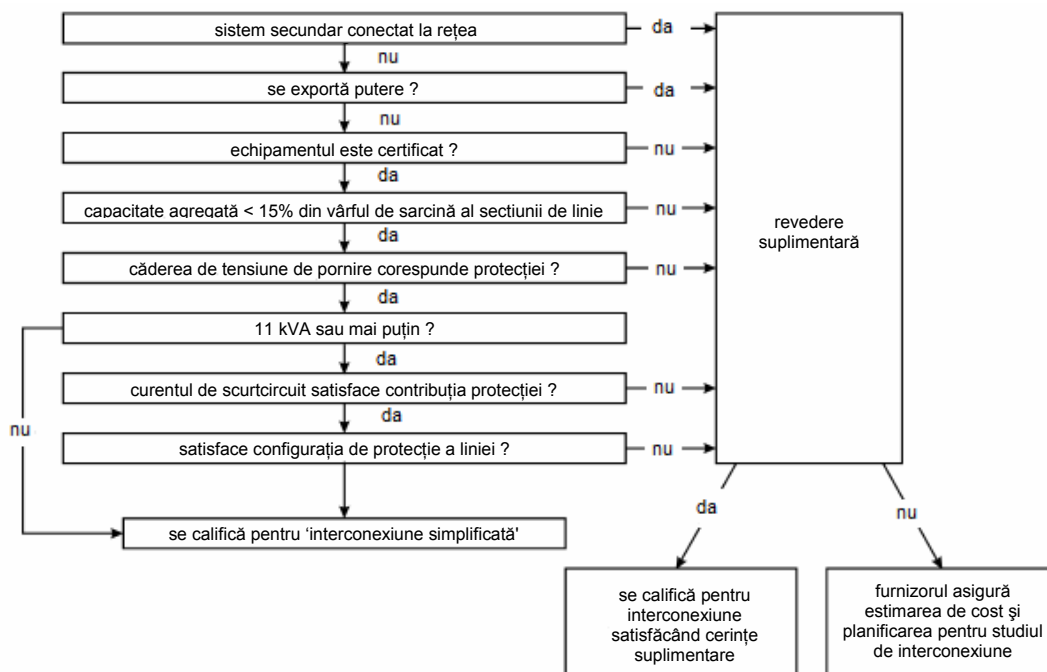


Figura 4 – Un exemplu de organigramă privind cerințele pentru conectare a resurselor DG .

Problemele rețelei

Paradigma care a stat mulți ani la baza dezvoltării industriei energiei electrice a fost că aceasta este produsă centralizat în mari centrale electrice, apoi livrată zonelor mari de consum prin intermediul unor linii electrice de transport și, în final, distribuită consumatorilor prin infrastructura de distribuție, la cele mai joase niveluri de tensiune. În acest sistem, energia circulă unidirecțional de la tensiuni înalte spre cele joase. Această situație este indicată în parte stângă a Figurii 5.

În prezent, modelul este în curs de schimbare, devenind rețeaua bidirecțională a generării distribuite. Aceasta situație este indicată în parte dreaptă a Figurii 5

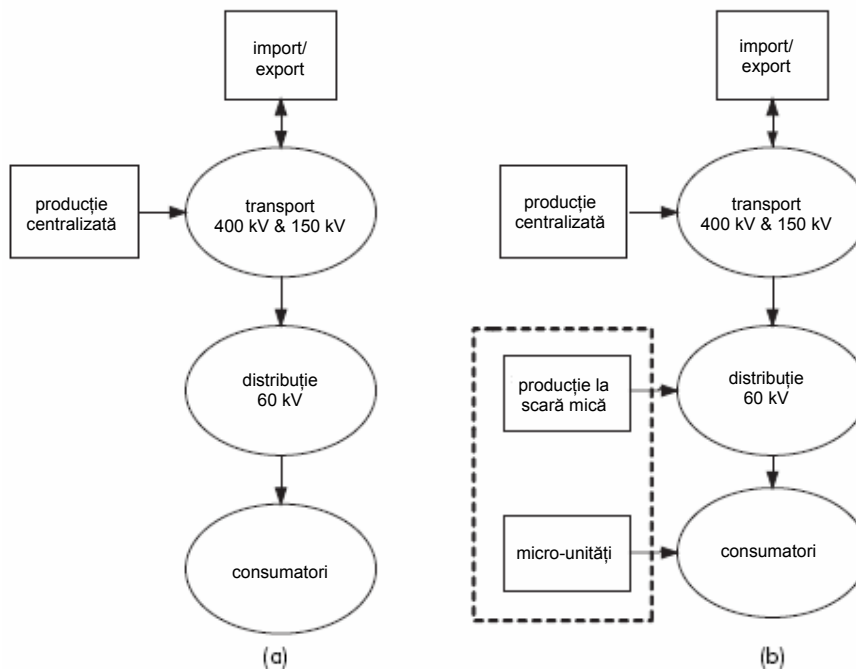


Figura 5 – a) Un sistem unidirecțional cu generare centralizată a energiei electrice și b) un sistem bidirecțional cu generare distribuită a energiei electrice.

Funcționarea unui sistem de distribuție care are un număr mare de unități de generare distribuită pune câteva probleme:

- ◆ profilul tensiunii variază în lungul rețelei în funcție de puterea produsă și consumată la nivelul sistemului conducând la o comportare diferită de cea specifică unei rețele unidirecționale;
- ◆ tensiunile tranzitorii apar ca rezultat al conectării și deconectării generatoarelor sau ca rezultat al funcționării lor;
- ◆ nivelurile de scurtcircuit cresc;
- ◆ pierderile datorate sarcinii se modifică în funcție de nivelurile de producție și de sarcină;
- ◆ congestia în laturile rețelei este funcție de nivelurile de producție și de sarcină;
- ◆ calitatea energiei electrice și fiabilitatea pot fi afectate;
- ◆ măsurile de protecție a utilității și de protecție a DG trebuie să fie coordonate.

Atunci când se consideră aceste probleme este important să se țină seama de faptul că standardele existente pentru proiectarea rețelei și cadrul de reglementare sunt stabilite pentru modelul unidirecțional. Ele sunt realizate pentru a asigura menținerea stabilității rețelei cu ajutorul unor centrale electrice mari, centralizate - mutual sincronizate - care asigură:

Integrare și interconectare

- ◆ controlul/reglarea puterii;
- ◆ controlul/reglarea frecvenței;
- ◆ urmărirea sarcinii;
- ◆ controlul/reglarea tensiunii;
- ◆ disponibilitatea puterii.

Problemele generării

DG folosește, de regulă, unități de generare de mică putere (în general, mai mici de 20 MW) amplasate la sau în vecinătatea consumatorului (utilizatorului). Aceste unități se instalează cu scopul de a rezolva cerințele consumatorului, pentru a asigura o funcționare economică a rețelei electrice de distribuție sau pentru a le satisface pe amândouă. Coincidența competiției în industria energiei electrice cu introducerea unor instalații ‘prietenoase’ cu mediul precum micro-turbinele, celulele cu combustibil, instalațiile fotoelectrice, turbinele eoliene mici și alte tehnologii avansate de generare distribuită a determinat un interes major pentru generarea distribuită, în particular pentru generarea locală (‘on-site’). Fiabilitatea serviciului și calitatea energiei electrice pot fi îmbunătățite în cazul funcționării în vecinătatea consumatorului, iar eficiența este ameliorată prin generarea locală de energie electrică și termică (CHP), aplicații în care se poate folosi și căldura secundară de la producerea energiei electrice.

Generarea distribuită este complementară producerii tradiționale centralizate și distribuției energiei electrice. Ea asigură un răspuns relativ mic al costului de capital la creșterea cererii de energie, evită instalarea unor capacități suplimentare de transport și distribuție, localizează generarea de energie electrică acolo unde este mai necesară și are flexibilitatea de a o livra în rețea în vecinătatea consumatorului. Pe de altă parte, există o cerere socială pentru energie mai ieftină, mai puțin poluantă, sigură și fiabilă pentru toți partenerii, incluzându-i pe consumatori, furnizori, producători și elaboratorii de politici. Generarea distribuită, incluzând RES reprezintă o abordare promițătoare pentru realizarea acestor necesități.

Starea actuală în EU

Documentul ‘White Paper for a Community Strategy and Action Plan’ publicat în 1997 de către Comisia Europeană, prevede dublarea proporției surselor de energie regenerabile în consumul global de energie din Uniunea Europeană până în anul 2010 (de la 6 %, cât este în prezent, la 12 %). Un plan de acțiune (‘Action Plan’) definește cum va putea fi atins acest obiectiv. Figura 6 prezintă cifra istorică a energiei electrice produse din sursele de energie regenerabile (RES-E) ca proporție din consumul de energie electrică în EU-15 și obiectivul pentru 2010.

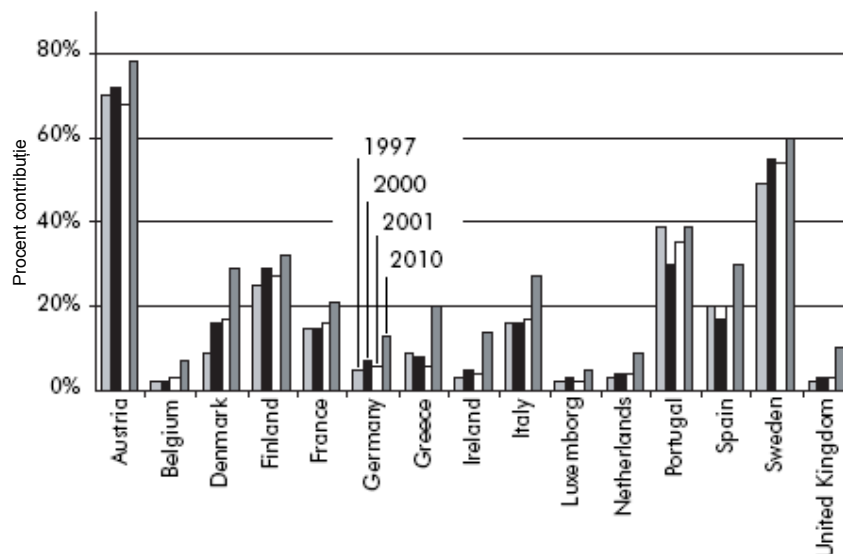


Figura 6 – Contribuția RES în consumul total de energie electrică (Eurostat) comparată cu obiectivele pentru 2010 (Directiva RES-E)

Tendențe

Se așteaptă ca, în viitor, RES și DG să crească substanțial. Figura 7 ilustrează mix-ul global de energie care ar putea fi cerut dacă, în atmosferă, concentrația de CO₂ va fi limitată la 400 ppm.

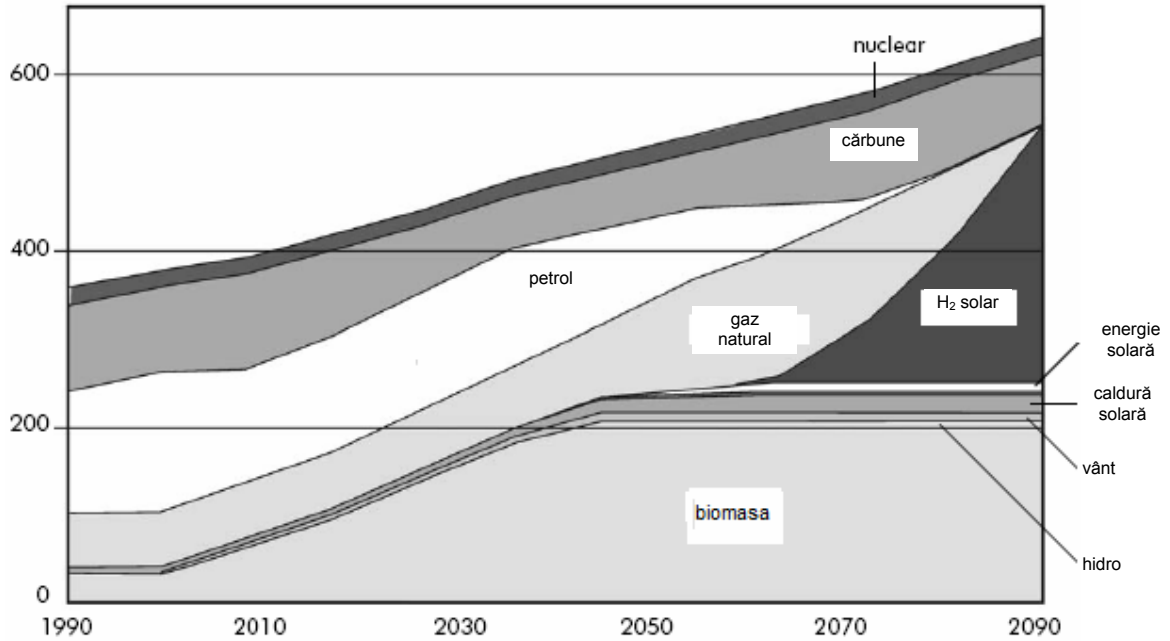


Figura 7 – Mix-ul de resurse energetice cerut dacă în atmosferă concentrația de CO₂ va fi limitată la 400 ppm.

Pentru comparație, în figura 8 se prezintă mix-ul curent de energie primară în EU-15.

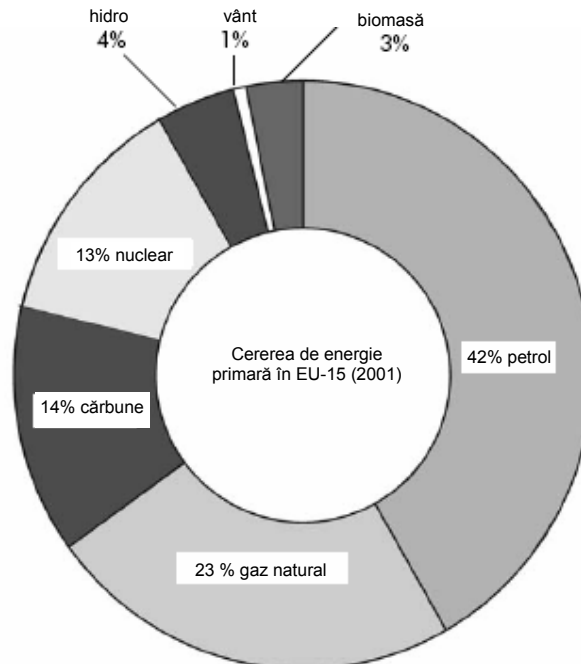


Figura 8 – Cererea de energie primară și sursele de energie în EU-15 în 2001

Integrare și interconectare

Figura 9 prezintă mix-ul de RES-E prognozat (prevăzut) în EU-15 pentru viitorul apropiat.

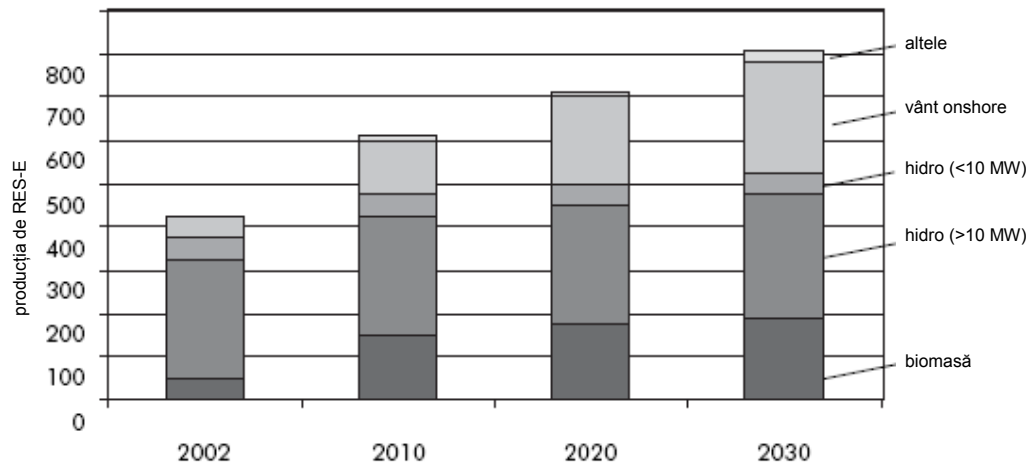


Figura 9 – Producția totală de RES-E în EU

Configurații și caracteristici

Scala de integrare și de interconexiune a aplicațiilor

Tabelul 1 prezintă tehnologiile utilizate pentru generarea distribuită și dimensiunile tipice ale unui modul. Tabelul 2 prezintă caracteristicile diferitelor tipuri de DG și domeniile lor de aplicare.

Tabelul 1 – Dimensiuni tipice per modul pentru DG

Tehnologie	Dimensiunea tipică a modului
Mașini cu combustie combinată	35-400 MW
Mașini cu combustie internă	5 kW-10 MW
Turbină cu combustie	1-250 MW
Microturbine	35 kW- 1 MW
Regenerabile	
Hidro mici	1-100 MW
Microhidro	25 kW-1 MW
Turbine eoliene	200 W -3 MW
Panouri fotoelectrice	20 W -100 kW
Solar termic, receptor central	1-10 MW
Solar termic, system Lutz	10-80 MW
Biomasă, de ex. bazat pe gazeificare	100 kW-20 MW
Celule cu combustibil, acid fosforic	200 kW-2 MW
Celule cu combustibil, carbonat topit	250 kW-2 MW
Celule cu combustibil, schimb protonic	1 kW-250 kW
Celule cu combustibil, oxid solid	250 kW-5 MW
Geotermic	5-100 MW
Energia oceanului	100 kW-5 MW
Mașină Stirling	2-10 kW
Stocare în baterii	500 kW-5 MW

Integrare și interconectare

Tabelul 2 – Caracteristicile DG

	Combinat căldură și electricitate (CHP)	Surse de energie regenerabilă (RES)
Generare pe scară largă	Încălzire districtuală pe scară mare	Hidro mare
	Mari CHP industriale	Eolian off-shore
		Co-arderea biomasei în centrale electrice cu cărbune
		Energie geotermică
Generare distribuită (DG)	Încălzire districtuală de dimensiune medie	Hidro mediu și mic
	CHP industrial pe scară medie	Eolian on-shore
	CHP comercial	Energie mareelor
	Micro CHP	Incinerarea biomasei și a deșeurilor/gazeificare
		Energie solară (PV)

Nivelul tensiunii de integrare și interconectare

Din cauza proiectării rețelilor de distribuție ca structuri unidirectionale, tensiunea se reduce cu distanța, de la generator la transformator. Căderile de tensiune sunt predictibile și sunt luate în calcul la proiectarea rețelei, astfel încât tensiunea rămâne în banda tolerată, la condiții normale de funcționare. Atunci când se conectează o unitate DG, circulația curentului se modifică sau chiar se inversează, iar tensiunea, în general, crește într-un mod care nu este ușor de prevăzut. Cerințele de a satisface prevederile privind limitele tensiunii conduc la restricții ale capacității DG care poate fi conectată la sistem, în particular la nivelul tensiunii joase. Aceasta este schematizat în Figura 10.

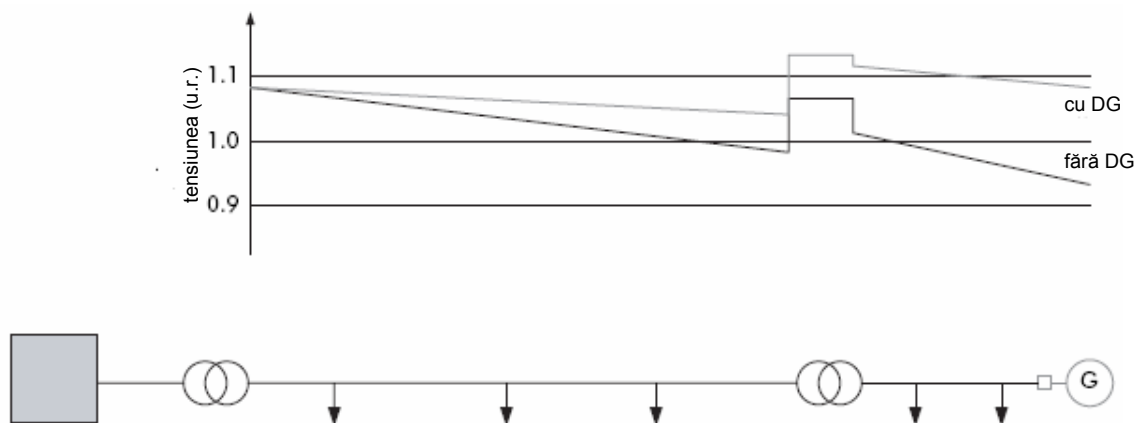


Figura 10 – Creșterea de tensiune din cauza inversării sensului circulației puterii datorită DG.

Calitatea integrării și interconectării

Protecția adecvată a rețelilor de distribuție care conțin DG cere câteva concepte și metode noi. Acestea se referă la următoarele aspecte:

- ◆ pierderea protecțiilor principale;
- ◆ funcțiile de auto-reanclanșare;
- ◆ modificări în nivelurile de defect;
- ◆ coordonarea protecției;

Integrare și interconectare

- ◆ indicarea defectului la pământ;
- ◆ localizarea defectului

Sunt necesare soluții complet noi, dar este evident că anumite soluții pot fi adoptate de la sistemele de înaltă tensiune (IT). O problemă interesantă este protecția rețelei de joasă tensiune (JT) care este tradițional bazată pe siguranțe fuzibile. Să presupunem că o unitate DG de mică putere livrează energie unei laturi de joasă tensiune care este, de asemenea, alimentată de un transformator de JT. Dacă un defect se dezvoltă departe de unitatea DG, curentul de defect din transformator va face ca protecția acestuia să funcționeze, lăsând unitatea DG să contribuie la defect cu un curent care, datorită impedanței relativ mari a sistemului, poate fi insuficient pentru a face să funcționeze protecția DG.

Nivelul puterii de scurtcircuit

Puterea de scurtcircuit este determinată de proprietățile rețelei.

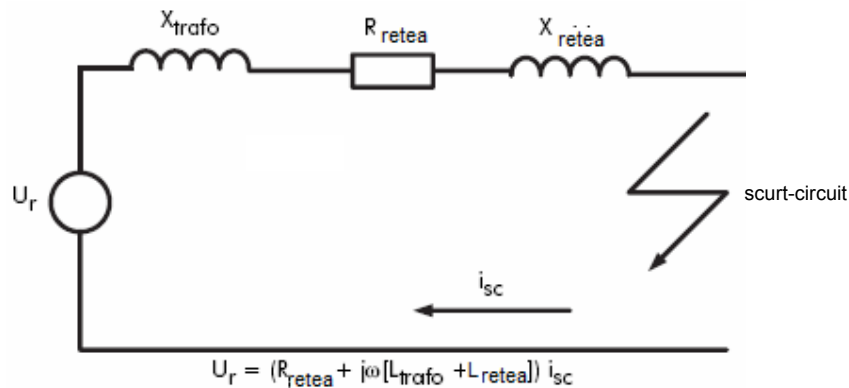


Figura 11 – Circuitul echivalent al unei ramuri de rețea cu un scurtcircuit.

Având în vedere faptul că impedanța crește cu lungimea liniei sau a cablului, curentul de scurtcircuit și puterea, în general, vor scădea cu lungimea. În regim staționar, pentru o abatere a tensiunii mai mică de 2 %, ‘rule of thumb’ este adesea aplicată statuând regula conform căreia puterea de scurtcircuit trebuie să fie de cel puțin 50 de ori mai mare decât puterea normată. Aceasta este o aproximație deoarece ea nu ține seama de efectele datorate altor producători sau consumatori.

Abaterea de tensiune staționară: fluxul de sarcină

O estimare corectă a abaterii de tensiune staționară se realizează calculând fluxurile de putere în regim staționar pentru care sunt calculate tensiunile, curenții și relațiile de fază într-o secțiune a rețelei electrice. Un exemplu de calcul al fluxului de sarcină pentru un parc eolian ce conține șase turbine, dispuse în inel, este prezentat în Figura 12

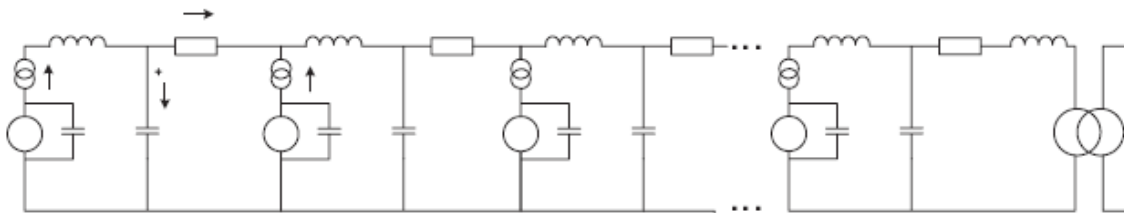


Figura 12 – Un exemplu de parc eolian alcătuit din șase turbine dispuse în inel.

Integrare și interconectare

Turbinele sunt reprezentate de generatoare asincrone (generatoare cu inducție), compensarea puterii reactive și un transformator de 600 V, de la nivelul turbinei, la 6 kV, la nivelul sistemului local. Fiecare secțiune de cablu este reprezentată prin inductanță, capacitate și rezistență. Cablul este conectat la postul (stația) de transformare 6 - 150 kV printr-o bobină care reduce valoarea curentului de scurtcircuit pentru a evita supraîncărcarea transformatorului.

Consumatorii și producătorii descentralizați sunt modelați în funcție de puterile lor activă și reactivă, iar fazorii curenților și tensiunilor sunt determinați din ecuațiile tensiunilor pentru toate liniile de transport și cablurile din secțiunea rețelei analizate. În general, acesta este un proces iterativ care poate fi simplificat considerabil prin aplicarea principiului superpoziției (tensiunile și curenții sunt însumați vectorial deoarece sistemul este considerat linear).

Abateri dinamice de tensiune datorate variațiilor puterii generate

Acolo unde DG depinde de RES, de exemplu soare sau vânt, sau este un produs secundar, de exemplu, cererea de căldură controlată CHP, factorul de sarcină sau de capacitate este mult mai mic decât unu - de regulă cuprins între 0,25 și 0,35 pentru parcurile eoliene și cca 0,10 pentru sistemele fotoelectrice. Deși aceste vârfuri sunt mici în comparație cu puterea disponibilă în rețea, există un surplus de putere care trebuie să fie evacuat la sistem prin rețeaua locală (care are o impedanță destul de mare). Din această cauză, tensiunea poate să crească semnificativ.

Dacă aceste fluctuații de putere sunt rapide și ciclice, ele pot conduce la flicker. Pe de altă parte, în funcție de tehnologia de conectare, DG poate, de asemenea, să contribuie la nivelul curentului de scurtcircuit din nod, ceea ce va avea ca efect reducerea variațiilor de tensiune produse de sarcina electrică intermitentă și a oricărui potențial flicker.

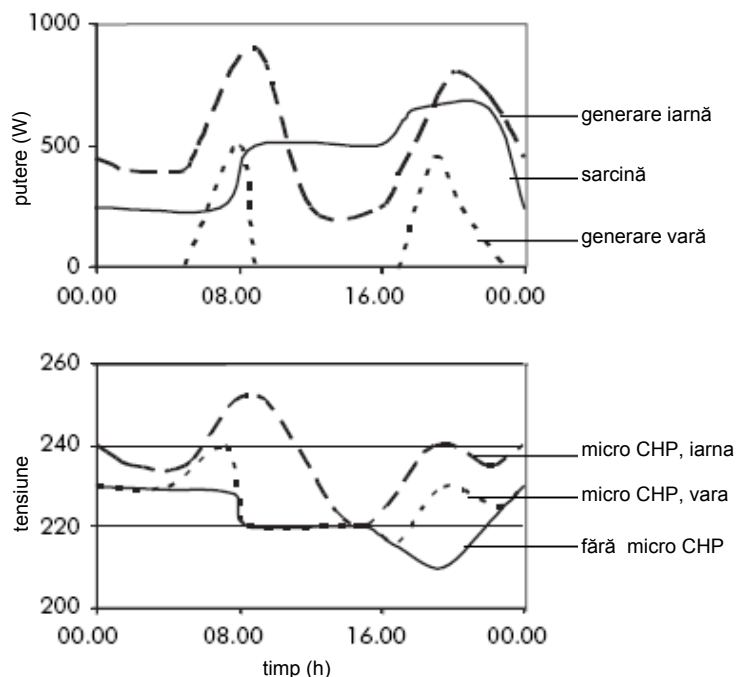


Figura 13 – Variațiile de putere și fluctuațiile de tensiune datorate unei instalații micro CHP

Deviații ale curbei de tensiune: armonice

Conectarea unității DG la rețea poate influența factorul de distorsiune armonică al tensiunii, în funcție de prezența unui convertor electronic sau a unei mașini rotative. Electronica de putere de la interfață asigură un sistem avansat de reglare, dar poate injecta armonice de curent în sistem. În funcție de topologia sistemului și de impedanță, la punctul de conectare, pot să apară armonice de tensiune cu valori mari, în zonă sau oriunde în

Integrare și interconectare

rețea. Generatoarele rotative pot, de asemenea, să injecteze armonice din cauza modului de realizare a înfășurărilor sau a nelinearităților miezului. Relevanța acestor aspecte depinde de structura rețelei și de specificul DG.

Planificare operațională

Sarcina planificării operaționale implică numeroase arii de activitate care trebuie să asigure obiectivul primar, securitatea sistemului la costuri minime posibil. Ariile implicate sunt, prognoza sarcinii, prognoza disponibilității și planificarea întreruperilor. În general, planificarea constă în planificarea strategică, planificarea netă și planificarea rețelei.

Fiabilitate

Creșterea continuă a cererii de energie electrică, împreună cu tendința internațională de dezvoltare a piețelor competitive de electricitate, restricțiile de mediu privind construirea de noi linii de transport și noi capacități de generare centralizată au făcut ca sistemele electrice să funcționeze mai aproape de limitele lor de stabilitate decât în trecut. În același timp, nevoia presantă pentru o securitate, fiabilitate și calitate a energiei electrice mai ridicate, impun cereri speciale planificării, funcționării și controlului sistemului electric. Conectarea DG la rețeaua de distribuție crează multe probleme privind calitatea energiei electrice, stabilitatea sistemului, considerații privind balanța de putere, reglarea tensiunii, protecție și control, izolare intempestivă, pierderi, fiabilitatea DG și capacitatea infrastructurii. Barierele tehnice percepute din cauza puterii mici și fluctuante a DG și lipsa unor standarde privind conectarea utilităților sunt în mod particular importante.

Politică și reglementare

Reglementări relevante (generale și comune în EU, fără specific de țară)

Sistemul de distribuție este un monopol natural și, din această cauză, trebuie să fie reglementat și cadrul de reglementare este scopul operatorilor de distribuție (OD). Reglementările pot fi bazate în mod simplu pe eficiența costului managementului rețelei sau pot include criterii bazate pe performanță. În cazul reglementării performanței, operatorii de distribuție trebuie să ia în considerație DG atunci când planifică extinderi sau ameliorări ale rețelelor proprii. Tabelul 3 prezintă accesul la o piață tipică pentru operatorii DG.

Existența pieței	Participarea la piață	Descriere
Redusă	Nișă protejată	DG se dezvoltă în afara pieței reglementate. Nivelurile de penetrare sunt joase, iar accesul prioritar și schemele obligatorii de cumpărare ca <i>'feed-in tariff'</i> sunt cele mai eficiente căi de a integra DG.
Medie	Piață angro	Nivelurile de penetrare cresc, iar DG își poate vinde energia pe piața angro. Sunt necesare mecanisme de preț conforme pieței, de exemplu certificate verzi la tarife premium bazate pe beneficiile de mediu ale DG
Dezvoltată	Nivelul câmpului de operare	Nivelurile de penetrare sunt înalte și pot să apară probleme de dispencerizare. DG ar putea să înceapă să joace un rol în echilibrarea sistemului electric și să contribuie la calitatea energiei electrice.

Tabelul 4 prezintă o privire generală asupra Standardelor existente și a celor propuse privind integrarea și interconectarea DG.

Integrare și interconectare

Politici curente și obiective politice

Integrarea largă a RES și DG va contribui semnificativ la realizarea obiectivelor politice:

- ◆ Dezvoltare durabilă, combătând schimbărilor climatice - de exemplu, trecerea de la arderea pe scară mare a combustibililor fosili la alimentarea cu energie descentralizată, sustenabilă va ajuta EU să realizeze obligațiile sale Kyoto privind reducerea cu 8 % în intervalul 2008-2012 a emisiilor de gaze cu efect de seră (în mod particular CO₂).
- ◆ Securitatea și diversitatea surselor de energie - reducerea dependenței energetice a EU este crucială pentru dezvoltarea economică dinamică și sustenabilă în Europa. Dacă nu se va întreprinde nimic, dependența externă (de cărbune, petrol și gaz) va atinge 70% în 20-30 de ani, față de 50 % cât este în prezent.
- ◆ Creșterea gradului de penetrare a surselor de energie regenerabilă - dublarea proporției lor în sursele de energie de la 6 % la 12 % și creșterea contribuției lor în producția de energie electrică de la 14 % la 22 % este un obiectiv care va fi atins în 2010.
- ◆ Liberalizarea pieței de energie - piața unică de energie a EU va schimba producția, distribuția și furnizarea energiei electrice în beneficiul societății.
- ◆ Competitivitatea industrială - dezvoltarea și îmbunătățirea soluțiilor pentru integrarea energiilor regenerabile și a generării distribuite vor crea noi oportunități de piață și de afaceri, în special pentru IMM-uri. Potențialul de export al unor astfel de tehnologii este, în particular, înalt într-o piață mondială a energiei în rapidă creștere, a cărei cea mai importantă zonă geografică este lipsită de rețele de transport și de distribuție.
- ◆ Coeziune economică și socială - regiunile îndepărtate și comunități izolate vor beneficia foarte mult de posibilitățile oferite de dezvoltarea tehnologiilor energetice descentralizate. Utilizarea, de exemplu, în sectorului agricol al biomasei va fi, de asemenea, stimulată.

Alături de aceste comandamente politice, mai există rațiuni tehnice și economice puternice pentru promovarea integrării RES și a generării distribuite (DG). De exemplu:

- ◆ Generarea locală reduce pierderile de energie de transport, ajută să se evite congestiile pe liniile de transport sau permite utilizarea căldurii secundare, îmbunătățind eficiența globală a sistemului.
- ◆ RES și DG pot fi puse în funcțiune mai rapid. Riscul și expunerea de capital sunt reduse, iar cheltuiala de capital necesară eliminată prin strânsa înlănțuire dintre creșterea capacității și dezvoltarea cererii.

Directivile EU privind integrarea și interconexiunea

Suportul surselor de energie regenerabile este una dintre problemele cheie în politica energetică europeană. Unul din punctele de reper a fost stabilit în septembrie 2001, odată cu adoptarea Directivei de promovarea energiei electrice produse din surse regenerabile pe piața internă de energie electrică (Directiva RES). În această directivă sunt indicate sarcinile care au rezultat din distribuirea obiectivului global al EU (22 % energie electrică din surse regenerabile în 2010) către Statele Membre, ca și recomandările către acestea pentru a lua măsurile cele mai potrivite în vederea realizării lor.

Costuri și cerințe

Prezentarea costurilor de investiții de integrare și de interconectare

Elementele principale de cost pentru producerea RES sunt costuri de investiții, costuri de funcționare, costuri de echilibrare și costuri de rețea. Pentru RES, posesorul echipamentului de producție are, în mod tradițional, numai responsabilitatea pentru costurile de investiții, costuri de funcționare și probabil o parte dintre costurile de conectare a echipamentului la rețea.

Integrare și interconectare

	Generatoare eoliene pe uscat (teren)	Generatoare eoliene off-shore	PV	Micro-turbine	Celule cu combustibil	Motoare Stirling	Motoare cu piston	Ciclu cu aburi
Mărime kW	0-3000	3000-6000	<1-100	25-500	5-3000	2-500	50-25000+	1000-2000
Costuri de instalare, euro/kW	950-1500	1100-1650	6000-100000	1000-1800	1000-2000	~1800	250-1500	1000-2000
Costuri de funcționare și de mentinere euro/kW	0,008	0,01	Mic	0,008-0,015	0,005- 0,01	0,018	0,005-0,015	0,005
Emisii	Nu	Nu	Scăzut	Scăzut	Aproape nu	Scăzut	Destul de jos	Destul de jos
Disponibil la cerere	Scăzut	Scăzut	Scăzut	Înalt	Înalt	Înalt	Înalt	Înalt
Amplasare	Bazat pe energie	Bazat pe energie	Bazat pe energie sau pe client	Bazat pe client	Bazat pe client	Bazat pe client	Bazat pe client	Bazat pe client
Statut comercial	Disponibil, bine stabilit	Disponibil, bine stabilit	Disponibil	Disponibil, demararea solicitării comerciale	2005	Disponibil, nou introdus	Disponibil, bine stabilit	Disponibil, bine stabilit
Cerere	Energie verde, locuri îndepărtate	Energie verde, locuri îndepărtate	Energie verde, sarcină de bază	Rezervă, reducerea vârfului, cogen	Calitatea energiei electrice	Rezervă, reducerea vârfului, cogen	Rezervă, reducerea vârfului, cogen	Cogenerare
Combustibil	-	-	-	Gaz natural	Gaz natural	Orice sursă de căldură	Gaz natural, diesel, biocombustibil	Gaz natural, diesel, biocombustibil

Tabelul 5 – Privire generală asupra diferitelor tehnologii DG.

Integrare și interconectare

Costurile de echilibrare, care sunt, în mod particular, semnificative atunci când se referă la energia eoliană au fost generate de ‘sistem’. Costurile generate de posesorul RES au fost tradițional compensate cu o subvenție și cu un preț fix pentru energia electrică (‘feed-in-tariff’), independent de valoarea reală pe piață a energiei electrice. Totuși, deciziile privind investiția ale unui investitor nu sunt relaționate la valoarea actuală a energiei electrice în zona considerată.

Tarife

Bariera principală pentru investițiile în proiecte de generare distribuită este costul și potențiala profitabilitate. Toate celelalte bariere, fie tehnice sau de reglementare pot fi translatate în cost.

Barierile de cost pot afecta disproportațional pe operatorii mici deoarece adesea nu se fac diferențieri între cerințele de interconectare ale centralelor de mare și de mică putere. În anumite regiuni cheltuielile de conectare sunt prea mari în raport cu energia electrică produsă. Se simte, de asemenea, nevoia de echipament standardizat de cost redus; de exemplu, protecția de insularizare poate să coste 350 €/kW sau mai mult. Mai mult, cheltuielile de măsurare percepute de operatorii de rețea sunt adesea excesive în raport cu producția.

Tariful ‘uplift’ este rata pe care producătorul o plătește serviciului de distribuție pentru transportul energiei pe care o generează.

Tariful ‘feed-in’ este suma cu care operatorul DG este plătit pentru energie. În prezent, aceste tarife sunt stabilite la acel nivel care este considerat că încurajează investițiile, dar investitorul trebuie să aibă o viziune clară asupra evoluției pe termen lung a acestor tarife.

Taxe și stimulente

Măsurile specifice de țară nu sunt prezentate în acest document.

Măsuri fiscale

Măsurile fiscale pot fi utilizate în diferite moduri pentru a susține energiile regenerabile. În primul rând, investițiile pot fi stimulate prin câteva măsuri fiscale speciale (de exemplu, subvenție, reducere de TVA). În al doilea rând, producătorii și consumatorii pot obține o scutire de taxe dacă ei produc sau utilizează energie regenerabilă. Aceaste este, de regulă, bazată pe scutirea per kWh.

Prețuri verzi

Dacă suficienți consumatori sunt dispuși să plătească un preț mai mare pentru energia produsă din RES, atunci nu mai este necesară o schemă de susținere. Această situație se numește ‘preț verde’ (‘green pricing’) și este o opțiune oferită de furnizorii de energie (servicii publice, brokers și producători izolați) care permite clienților lor să susțină investițiile în tehnologii pentru energii regenerabile. Prin ‘prețuri verzi’ clienții participanți plătesc o primă la factura de energie electrică pentru a acoperi costurile suplimentare (‘extra’) ale energiei regenerabile.

Concluzie

Integrarea și interconexiune DG în sistemele electroenergetice existente este complexă presupunând provocări tehnice privind calitatea energiei electrice și protecția, provocări funcționale privind echilibrarea sarcinii, provocări de reglementare privind accesul echitabil și provocări politice care încurajează acțiuni pentru realizarea obiectivelor societății. Totuși, beneficiile DG, astfel ca abilitatea de a face uz de RES, dintre care multe sunt, în mod natural, dispersate, face ca să fie esențială lărga lor acceptare într-un viitor relative apropiat

Integrare și interconectare

Bibliografie

- European Wind Energy Association*, <http://www.ewea.org/index.php?id=11>
- European Transmission System Operators*, <http://www.etso-net.org>
- Union for Co-ordination of Transmission of Electricity*, <http://www.ucte.org>
- Eltra: transmission system operator in Denmark*, <http://www.eltra.dk/composite-11286.htm>
- 'Ondersteuning in EU-project DO en netinvesteringen', KEMA
- 'Cluster Integration of RES and DG', www.clusterintegration.org
- European Network for the Integration of Renewables and Distributed Generation*, www.dgnet.org
- International Council on Large Electric Systems*, www.cigre.org
- Transmission and Distribution World*, http://tdworld.com/mag/power_impact_dg_reliability/index.html
- European Commission Energy Research*, http://europa.eu.int/comm/research/energy/nn/nn_rt/article_1075_en.htm
- Energieonderzoek Centrum Nederland*, <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2003/rx03023.pdf>
- Energieonderzoek Centrum Nederland*, <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2006/c06017.pdf>
- Energieonderzoek Centrum Nederland*, <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2005/rx05173.pdf>
- Electric Power Systems Research*, http://paginas.fe.up.pt/~cdm/DE2/DG_definition.pdf
- European Transmission System Operators*, <http://www.etso-net.org/upload/documents/ETSORepor%20onRES.pdf>
- Helsinki University of Technology, Power Systems and High Voltage Engineering*,
http://powersystems.tkk.fi/nordac2004/papers/nordac2004_kauhaniemi_et_al_paper.pdf
- Energieonderzoek Centrum Nederland*, http://www.ecn.nl/_files/wind/documents/Tilaran02_GridImpCR.pdf
- 'Small is beautiful',: Roald A A de Graaff, J H R Enslin, KEMA
- White Paper for a Community Strategy and Action Plan*, <http://www.managenergy.net/products/R26.htm>.

Parteneri de Referință & Fondatori*

European Copper Institute* (ECI) www.eurocopper.org	EPRI Solutions Inc www.epri.com/eprisolutions	Laborelec www.laborelec.com
ABB Power Quality Products www.abb.com	ETSII - Universidad Politécnica de Madrid www.etsii.upm.es	MGE UPS Systems www.mgeups.com
Akademia Gornicz-Hutnicza (AGH) www.agh.edu.pl	Fluke Europe www.fluke.com	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg www.uni-magdeburg.de
Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments (CITCEA) www.citcea.upc.es	Hochschule für Technik und Wirtschaft* (HTW) www.htw-saarland.de	Polish Copper Promotion Centre* (PCPC) www.miedz.org.pl
Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) www.ceiuni.it	Hogeschool West-Vlaanderen Departement PIH www.pih.be	Socomec Sicon UPS www.socomec.com
Copper Benelux* www.copperbenelux.org	International Union for Electrotechnology Applications (UIE) www.uie.org	Università di Bergamo* www.unibg.it
Copper Development Association* (CDA UK) www.cda.org.uk	ISR - Universidade de Coimbra www.isr.uc.pt	University of Bath www.bath.ac.uk
Deutsches Kupferinstitut* (DKI) www.kupferinstitut.de	Istituto Italiano del Rame* (IIR) www.iir.it	University of Manchester www.manchester.ac.uk
Engineering Consulting & Design* (ECD) www.ecd.it	Katholieke Universiteit Leuven* (KU Leuven) www.kuleuven.ac.be	Wroclaw University of Technology* www.pwr.wroc.pl

Consiliul de redacție

David Chapman (Chief Editor)	CDA UK	david.chapman@copperdev.co.uk
Prof Angelo Baggini	Università di Bergamo	angelo.baggini@unibg.it
Dr Araceli Hernández Bayo	ETSII - Universidad Politécnica de Madrid	ahernandez@etsii.upm.es
Prof Ronnie Belmans	UIE	ronnie.belmans@esat.kuleuven.ac.be
Dr Franco Bua	ECD	franco.bua@ecd.it
Jean-Francois Christin	MGE UPS Systems	jean-francois.christin@mgeups.com
Prof Anibal de Almeida	ISR - Universidade de Coimbra	adealmeida@isr.uc.pt
Hans De Keulenaer	ECI	hdk@eurocopper.org
Prof Jan Desmet	Hogeschool West-Vlaanderen	jan.desmet@howest.be
Dr ir Marcel Didden	Laborelec	marcel.didden@laborelec.com
Dr Johan Driesen	KU Leuven	johan.driesen@esat.kuleuven.ac.be
Stefan Fassbinder	DKI	sfassbinder@kupferinstitut.de
Prof Zbigniew Hanzelka	Akademia Gornicz-Hutnicza	hanzel@uci.agh.edu.pl
Stephanie Horton	ERA Technology	stephanie.horton@era.co.uk
Dr Antoni Klajn	Wroclaw University of Technology	antoni.klajn@pwr.wroc.pl
Kees Kokee	Fluke Europe BV	kees.kokee@fluke.nl
Prof Dr rer nat Wolfgang Langguth	HTW	wlang@htw-saarland.de
Prof Henryk Markiewicz	Wroclaw University of Technology	henryk.markiewicz@pwr.wroc.pl
Carlo Masetti	CEI	masetti@ceiuni.it
Mark McGranaghan	EPRI PEAC Corporation	mmcgranaghan@epri-peac.com
Dr Jovica Milanovic	UMIST	jovica.milanovic@umist.ac.uk
Dr Miles Redfern	University of Bath	eesmar@bath.ac.uk
Dr ir Tom Sels	KU Leuven	tom.sels@esat.kuleuven.ac.be
Prof Dr Ing Zbigniew Styczynski	Universität Magdeburg	Stv@E-Technik.Uni-Magdeburg.de
Andreas Sumper	CITCEA-UPC	sumper@citcea.upc.es
Roman Targosz	PCPC	cem@miedz.org.pl
Dr Ahmed Zobia	Cairo University	azmailinglist@link.net



Jan Bloem



KEMA Nederland B.V.
Utrechtseweg 310
6812 AR Arnhem
The Netherlands

Tel: 00 31 26 3 56 91 11
Email: jan.bloem@kema.com
Web: www.kema.com



Membră a
EUR-EL

Societatea Inginerilor Energeticieni din România
No. 1, Lacul Tei Avenue, PO/BOX 30-33
020371 Bucharest
Romania

Tel: 4 0722 36 19 54
Fax: (4 021) 610 52 83
Email: office@sier.ro
Websites: www.sier.ro



European Copper Institute
168 Avenue de Tervueren
B-1150 Brussels
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70
Fax: 00 32 2 777 70 79
Email: eci@eurocopper.org
Website: www.eurocopper.org