

Formularul B pentru proiecte complexe (FB 07)

Titlul proiectului:

SISTEM COMPLET DE CONVERSIE A ENERGIEI EOLIENE DE 200 KW LA 33 ROT/MIN CU CONECTARE LA SISTEMUL ENERGETIC

Cuvinte cheie:

Energie curată, motor eolian, generator sincron lent, magneți permanenți, invertor

1. Rezumatul proiectului

În septembrie 2001, Parlamentul European a aprobat Directiva 77 privind promovarea energiei electrice produse din surse regenerabile (E-SRE). Obiectivul directivei îl reprezintă creșterea în anul 2010 a contribuției energiei din surse regenerabile de la 14% la 22% din consumul brut de energie electrică al statelor membre.

Dintre motivele promovării E-SRE au fost enumerate în primul rând cele de natura economică (apărute după crizele petroliere din anii '70), la care s-au adăugat cele de mediu (mai ales după semnarea Protocolului de la Kyoto în decembrie 1997 legat de emisiile de gaze), iar în prezent se adaugă și motivele de natură socială (ocuparea forței de muncă, suport public rezultat prin conștientizarea beneficiilor SRE asupra mediului și implicit asupra stării de sănătate a populației și coeziunii economico-sociale).

În conformitate cu politica energetică la nivelul Uniunii Europene (unde România este membru cu drepturi și obligații depline), referitoare la producerea de electricitate "curată", pentru țara noastră s-a stabilit o cotă pentru anul 2012 de 8,3% din producția de electricitate (excluzându-se cota livrată de hidrocentralele de mare putere – peste 10MW). Încă din anul 2004, datorită legislației favorabile introduse pentru promovarea de electricitate din surse regenerabile, în România au început a fi importate instalații eoliene de puteri medii și mari (peste 100 kW), exemple fiind instalația VESTA, instalată inițial la Ploiești (500 kW), mutată la Topologu, jud. Tulcea, cea din pasul Tihuța (225 kW), importată ca „second-hand” de un agent economic privat, precum și cele trei unități de pe raza comunei Ceamurlia de Sus, jud. Tulcea, tot „second hand”.

În contextul de mai sus, în cadrul proiectului se propune cercetarea și realizarea practică, la nivel de model experimental, într-o locație bine definită, pusă la dispoziție de unul dintre partenerii implicați în proiect, **a unei instalații complete de conversie a energiei eoliene de putere semnificativă și anume 200 kW la 33 rpm**. În acest scop se propune proiectarea, realizarea și experimentarea unui **generator sincron lent**, cu magneți permanenți de mare energie din NdFeB, acționat direct (fără multiplicator de turație) de un **motor eolian tripal cu diametrul de circa 30m** realizat în cadrul proiectului din materiale compozite ușoare, elastice și de rezistență mecanică ridicată. Energia electrică produsă urmează să fie trimisă în sistemul energetic național prin intermediul unui **invertor comandat și a unui filtru de rețea**, obiecte ale proiectului, respectându-se toate reglementările legale în vigoare. Întreg echipamentul urmează să fie amplasat într-o **nacelă pe un stâlp din beton armat**, proiectat și realizat în cadrul proiectului prin procedeul turnării continue cu cofraj glisant.

Deși asemenea echipamente se fabrică de o serie de firme din Europa occidentală (Nordex, Enercon, Micon, Vesta) sau America (Atlantic Orient Canada), **toate activitățile din cadrul proiectului reprezintă premiere naționale, duse de la concepție și proiectare la realizare fizică și experimentare**, începând cu generatorul sincron lent cu magneți permanenți de 200 kW la 33 rpm, motorul eolian tripal cu accesoriile de căutare azimutală și sistemul de reglare al unghiului palelor, stâlpul din beton armat cu înălțimea de circa 40 m și, nu în ultimul rând, invertorul comandat și a filtrului de rețea pentru debitare în sistemul energetic național.

În cadrul consorțiului pentru realizarea proiectului sunt conectate la activitățile de cercetare, dezvoltare și experimentare **patru entități**, dintre care **trei cu capital privat** (Institutul de Cercetări pentru Mașini Electrice ICPE-ME București, Societatea de Acționari și Redresoare de Putere ICPE-SAERP București, Societatea ROMOASERV din Târgu Mureș) și **o universitate** (Universitatea POLITEHNICA din București). În urma realizării proiectului și obținerii rezultatelor experimentale, cele trei entități cu capital privat urmează să conlucreze în continuare la fabricația de serie a sistemului eolian și furnizarea acestuia în primul rând pentru piața internă dar și pentru export.

2. Relevanța proiectului

Încadrarea proiectului în obiectivele programului 4

Proiectul și parteneriatul propus răspunde în principal direcției de cercetare nr. 2 (Energie), și anume priorității tematice nr. 2.1. (Sisteme și tehnologii energetice durabile) și priorității tematice nr. 2.1.4 (Promovarea tehnologiilor energetice curate, a măsurilor de protecție a mediului și a reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră), din cadrul Programului 4 “Parteneriate în domeniile prioritare”, având ca finalitate cercetarea și realizarea într-un consorțiu public-privat a unei centrale eoliene completă, de putere semnificativă (200 kW), cu debitare în sistemul energetic național.

În subsidiar proiectul are relevanță și poate fi încadrat și la alte priorități tematice ale direcțiilor de cercetare nr. 2 (Energie) și nr. 3 (Mediu).

Conformitatea obiectivului general al proiectului, cu obiectivul general al programului 4 rezultă cu evidență prin aceea că se urmărește creșterea competitivității C-D în domeniul conversiei energetice din resurse regenerabile (energia eoliană) prin aplicarea unor soluții inovatoare, la nivelul celor mai recente preocupări la nivel mondial. Prin crearea parteneriatului din proiect, de înaltă competență în acest domeniu prioritar (conversia energetică din resurse regenerabile) se are în vedere concretizarea în dezvoltarea de produse și tehnologii inovative de complexitate ridicată, interdisciplinaritatea unor domenii convergente și întrepătrunse (aerodinamica – crearea motorului eolian cu controlul azimutal și de variație automată a unghiului de atac al palelor, mașini electrice – crearea mașinii sincrone lente de 200 kW la 33 rpm cu magneți permanenți, electronica de putere – crearea inverterului comandat de rețea pentru debitare în sistemul energetic și, nu în ultimul rând, crearea părții constructive de susținere, stâlpul și nacela). ***Intenția clar declarată de realizare fizică a întregului sistem și instalarea într-o locație predefinită, creează cu evidență premisele pentru implementarea ulterioară a mecanismelor de fabricație repartizate între partenerii din consorțiu***, creând condițiile necesare ca România să devină atât producătoare activă dar și utilizatoare de sisteme de conversie a energiei eoliene de putere medie și mare.

Conformitatea obiectivelor proiectului, cu obiectivele specifice ale direcției de cercetare 2 (Energie, Sisteme și tehnologii energetice durabile) rezultă din finalitatea care este formulată fără echivoc în cadrul proiectului și anume crearea condițiilor necesare și suficiente pentru fabricația în țară a echipamentelor de conversie a energiei eoliene și, desigur, aplicarea lor în zonele propice. Un argument complementar, dar la fel de semnificativ, este contribuția proiectului la creșterea competenței tehnologice și promovarea transferului de cunoștințe și tehnologii în domeniul conversiei energetice eoliene în energie electrică, în condiții de calitate superioară a energiei și siguranță, ținând cont și de respectarea principiului dezvoltării durabile. În fine, trebuie relevat argumentul, menționat clar în direcția de cercetare aplicabilă, ***a creării de produse și tehnologii curate*** în domeniul conversiei energetice ***prin valorificarea resurselor regenerabile de tip eolian***.

Scopul proiectului este de a crea condiții pentru o mai bună colaborare între entitățile de cercetare-dezvoltare și inovare și agenți economici participanți la parteneriatul propus, în vederea soluționării problemelor specifice obiectivelor enumerate și încadrării în strategia de valorificare a surselor regenerabile de energie. ***Finalitatea proiectului este clar definită*** în sensul colaborării într-un consorțiu de entități de cercetare – învățământ – producție pentru realizarea de echipamente de conversie a energiei eoliene și prin aceasta se are în vedere și înscrierea în cerințele de mediu asumate prin Protocolul de la Kyoto la Convenția-Cadru a Națiunilor Unite asupra schimbărilor climatice, adoptat la 11 decembrie 1997, ratificat de România prin Legea nr. 3/2001, respectiv de Uniunea Europeană în baza Documentului 2002/358/CE.

3. Descrierea proiectului din punct de vedere științific și tehnic, incluzând gradul de noutate și posibilitatea aplicării rezultatelor cercetărilor

Prezentarea succintă a stadiului realizărilor S/T din domeniu, la nivel internațional și național,

În străinătate, preocupările în domeniu sunt foarte avansate, îndeosebi în zonele adiacente Mării Nordului (Marea Britanie, Olanda, Danemarca, Germania, Franța, etc.) unde există perioade lungi din an în care viteza vântului este relativ constantă, peste o anumită valoare bine definită. În aceste zone au fost dezvoltate și instalate centrale eoliene de puteri unitare de sute și chiar mii de kW, iar pentru gospodării izolate au fost dezvoltate microcentrale de mărime mică (până la zeci de kW) ce lucrează în regim insular. Trebuie menționate ca furnizoare reprezentative pe piața europeană (și nu numai) firmele MICON-Danemarca, FGW-Germania, NEDWIND-Olanda, MARKHAM-Marea Britanie, ENERCON-Germania, WINDSOL-Grecia și altele.

Din informațiile furnizate de către Agenția Internațională pentru Energie (IEA), publicate în cursul anului 2006, rezultă că puterea instalată în sistemele de producere a energiei electrice din energia vânturilor a fost la sfârșitul anului 2005 de 62.037 MW, fiind operaționale 61.500 turbine eoliene. În Europa, din totalul de 33.800 MW instalați, aproximativ 15.000 MW sunt instalați în Germania și 5.042 MW în Spania.

Centralele eoliene reprezentative au puteri nominale de la 100 kW la 5 MW/unitate. În prezent piața echipamentelor eoliene, sub aspectul energiei electrice produse, este acoperită astfel:

- unități cu puteri mai mici de 750 kW, 52,7 %
- unități cu puteri între 750 kW și 1500 kW, 30,5 %
- unități cu puteri între 1500 kW și 2500 kW, 16,8 %

Cu toate că au existat încercări de dezvoltare în țară a echipamentelor de conversie a energiei eoliene, acestea nu s-au impus până în prezent. Motivele sunt legate nu numai de dificultățile tehnice și tehnologice de realizare a mașinii primare dar și de faptul că nu a fost accesibile o serie de materiale performante, ca de exemplu magneți din pământuri rare de tip NdFeB, SmCo, etc necesari generatorului electric cu magneți permanenți.

Deși există resurse primare de energii regenerabile, în prezent în România este semnificativă numai energia hidroelectrică, producția de energie în 2005 a fost de circa 17.650 GWh.

În anul 2012, în România, energia electrică produsă din SRE (incluzând componenta hidro) trebuie să reprezinte 30% din consumul național brut de energie electrică. Pentru atingerea acestei ținte, și datorită mișcărilor ecologiste care se opun construirii de noi hidrocentrale, termocentrale sau centrale nucleare-electrice, vor trebui promovate celelalte tehnologii de obținere a energiei electrice. Actuala dezvoltare a tehnologiei SRE, din energia vântului, a dus la reducerea costurilor de investiții și exploatare, valoarea minimă a acestora fiind apropiată de cea a centralelor clasice folosind drept combustibil cărbunele.

Sub aspectul rezultatelor efective, conducătorul de proiect (ICPE-ME București) a valorificat recent cercetări anterioare desfășurate în domeniu, prin asimilarea în fabricație a unei serii de generatoare sincrone multipolare, de viteză mică, cu magneți permanenți, cu puteri de până la 12 kW/170 rpm și cuplare directă la turbina eoliană pe care le-a livrat atât pe piața internă, pentru cazuri izolate, dar mai ales pentru export. Concret, în 2006-2007 livrările ICPE-ME au însumat circa 240.000 lei contribuind la vizibilitatea cercetării românești în domeniu. În aceeași perioadă ICPE-ME a studiat și proiectat, la solicitarea unui beneficiar din Canada, un generator sincron lent cu magneți permanenți de 100 kVA, 80 rpm ceea ce a condus la acumularea unei experiențe care se încearcă să se valorifice prin prezentul proiect.



Figura 1. Generatoare sincrone lente, cu antrenare directă, cu magneți permanenți, fabricate în ICPE-ME. Stânga, 12 kW/170 rpm (diametru exterior tola stator 430 mm). Mijloc, stator generator de 3 kW/550 rpm (diametru exterior 212 mm). Dreapta, vedere bobinaj fracționat concentrat pe dinte, mașina de 12 kW/170 rpm.

Sub aspectul motorului eolian, partenerul ROMSERV a efectuat studii și are realizări notabile în domeniul motorului eolian, având modele realizate pentru palele turbinei din materiale compozite pe bază de poliesteri armați și fibre carbonice impregnate pentru care există în prezent rezultate concludente de rezistență mecanică și comportament de durabilitate în condiții specifice. Partenerul ICPE-SAERP are în experimentări invertoare pentru tracțiune electrică de puteri semnificative (troleibuze), cu rezultate care pot sta la baza realizării de invertoare comandate de rețea pentru aplicații eoliene.

Contribuția proiectului la dezvoltarea cunoștințelor în domeniu, inclusiv noutatea, originalitatea

si complexitatea solutiilor propuse

Prezentul proiect are ca scop concepția, proiectarea, realizarea și experimentarea în situ a unui sistem complet de conversie a energiei eoliene de putere medie (200 kW/33 rpm). Desigur că, judecat în raport cu realizările marilor firme de pe piață (NORDEX, MICON, ENERCON), proiectul propus nu reprezintă o noutate, el este însă o noutate absolută și o substanțială dezvoltare a cunoștințelor din domeniu pentru România.

Preliminar apar următoarele elemente de noutate și complexitate a soluțiilor care se au în vedere:

Elemente inovatoare pentru motorul eolian sunt asociate atât materialelor compozite pe bază de fibre carbonice, utilizate pentru prima dată în țară la o aplicație de asemenea anvergură (lungimea palelor este estimată la 15 metri) dar și a profilului palelor care să permită un coeficient de utilizare C_p apropiat valorii maxime teoretice și o viteză periferică nominală de până la 60 m/sec. Motorul eolian va fi proiectat și realizat având în vedere posibilitatea utilizării instalației în zone cu vânt cu viteze reduse, fapt ce va permite pornirea, respectiv producția de energie electrică la viteze a vântului începând de la 2,5-3,5 m/s. În același timp, geometria specială a palelor va asigura rezistența necesară la vânturi în rafale de până la 50m/s, reducând totodată vibrațiile transmise întregii turbine. Execuția palelor prin tehnologia combinată vacuum plus presiune va asigura o construcție monolit robustă și care nu necesită operații ulterioare, simplificând și scurtând procesul de fabricație. Un alt aspect de noutate este sistemul de protecție împotriva fulgerelor care, spre deosebire de cele obișnuite, cel avut în vedere nu va dirija fluxul energetic prin rulmenții arborelui și ai generatorului (cauzând defecțiuni) ci prin exteriorul turbinei, limitându-se posibilitatea de defecte la furtuni puternice.

Elemente inovatoare pentru generatorul sincron lent sunt cele care se regăsesc în brevetele recente proprii¹ ale ICPE-ME și care urmează să fie valorificate în cadrul proiectului. În acest sens se poate face referire la sistemul magnetic în sensul creării unei structuri heteropolare cu magneți permanenți care să asigure nu doar o protecție mecanică suficientă dar și o protecție la demagnetizare în cazuri de accidente de supracurenți, dar și la sistemul electric în sensul realizării unor înfășurări speciale fracționare care să permită un grad de reglare a tensiunii astfel ca într-o anumită gamă de variație a turației, inerentă aplicației specifice, tensiunea să rămână într-o zonă prescrisă pentru utilizarea eficientă a componentelor inverterului. Un element important este ceea ce în literatura britanică este denumit „cogging torques”, reprezentând cupluri parazite de agățare datorită structurii inevitabil reluctantă a sistemului magnetic, chestiune stăpânită de colectivul de cercetare și aplicată în realizările recente, inclusiv comunicată în lucrări științifice prezentate la conferințe internaționale de prestigiu².

Elemente inovatoare pentru inverterul trifazat constau în funcția lui specifică de pornire de la o tensiune de frecvență variabilă, dată de generatorul antrenat de motorul eolian, redresare și inversare prin module specializate cu tiristoare de putere cu aprindere comandată de rețea. Elementul cel mai important este controlul unghiului de aprindere, cel care definește esențial puterea activă trimisă în rețea, în directă legătură cu puterea disponibilă dată de viteza vântului, ceea ce face ca întregul sistem să fie puternic interconectat.

Elemente inovatoare pentru sistemul constructiv sunt utilizarea tehnologiei de turnare continuă a stâlpului din beton armat prin cofraje glisante ceea ce conferă o rezistență suficientă construcției și îi asigură o durabilitate mărită cu costuri de întreținere și mentenanță minimale. Nacela va fi proiectată astfel încât masa totală de susținere să fie minimizată cu considerarea condițiilor de mediu de la locul de montaj.

- ¹
- 1.1. Demeter, E., Cistelecan, M., Nitigus, V., Popescu, M.: "Motor electric de c.a. cu magneti permanenți", brevet OSIM **RO-118348**
 - 1.2. Cistelecan, M., Demeter, E.: "Bobinaj sinusoidal pentru masini de curent alternativ trifazate", brevet OSIM **RO-116936**
 - 1.3. Popescu M., Cistelecan M., Nitigus V.: "Inductor de masina electrica heteropolara cu magneti permanenți", hotărâre OSIM de acordare brevet Nr. 6/138/26.11.2007
- ²
- 2.1. Cistelecan, M., Popescu, Mircea, Popescu, Mihail: "Study of the Number of Slots/Pole Combinations for Low Speed Permanent Magnet Synchronous Generators", IEEE International Conf. on Electrical Machines and Drives, **IEMDC'07, Antalya, Turkey, May 2007, paper AF-11665**
 - 2.2. Popescu, M., Cistelecan, M., Melcescu, L. and Covrig, M.: "Low Speed Directly Driven Permanent Magnet Synchronous Generators for Wind Energy Applications", International Conf. on Clean Electrical Power, ICCEP'07, Capri, Italy, May 2007, p.784.

soluțiile ce se au în vedere reprezintă premiere naționale absolute.

Obiectivul general al proiectului este creșterea competitivității C-D românești în domeniul conversiei energiei din resurse regenerabile (eolian), prin identificarea și punerea în valoare a unui parteneriat cu competență în acest domeniu prioritar, cu concretizare în **dezvoltarea de produse și tehnologii inovative de mare complexitate**, precum și **crearea mecanismelor nu doar de implementare a fabricației dar și a promovării în utilizare în zone propice**.

Obiectivele derivate, sunt legate de:

- Creșterea competenței tehnologice și promovarea transferului de cunoștințe și tehnologii în domeniul conversiei energetice din resurse regenerabile, în scopul generării de electricitate, în condiții de calitate, siguranță, cu respectarea principiului dezvoltării durabile;
- Crearea de produse, și tehnologii curate în domeniul conversiei energetice din resurse regenerabile.

Aspectele etice implicate în realizarea proiectului sunt cele legate de respectarea reciprocă, pe de o parte a condițiilor de interfață între subansamblele proiectate și realizate individual de partenerii în consorțiu, astfel ca la punerea lor împreună în locația finală să existe cât mai puține probleme de ajustare sau corecție, iar pe de altă parte de respectarea întocmai a termenelor contractuale însușite prin planul de realizare al proiectului.

În ceea ce privește protejarea drepturilor de proprietate industrială, dacă acestea vor apărea pe parcursul derulării proiectului (și este foarte probabil să apară), urmează ca prin acordul ferm de parteneriat, la contractarea proiectului, această problemă să fie detaliată între partenerii din consorțiu în sensul delimitării și stabilirii întinderii acestor drepturi pentru respectarea percepțelor de etică aplicabile muncii într-o echipă complexă de cercetare.

Detalierea etapelor și a activităților în corelație cu obiectivele propuse

Așa cum rezultă din descrierea proiectului, **acesta este unul cu o finalitate exprimată clar și fără echivoc, realizarea unui sistem complet de conversie a energiei eoliene de 200 kW**, într-o locație cunoscută, pe un teren amplasat pe dealurile din **satul Săbed județul Mureș**, aparținând partenerului ROMSERV. Din acest motiv etapele și activitățile sunt definite succint dar cu maximă claritate în planul de realizare al proiectului. Mai mult, dată fiind urgența ca în România să existe implementată o fabricație de sisteme eoliene, proiectul nu reclamă durata maximă permisă de pachetul programului ci se concentrează astfel încât sistemul să fie finalizat până la finele anului 2010 adică în aproximativ 30 de luni de la demarare. Etapele avute în vedere sunt următoarele:

Etapa I – Studiu tehnic privind situația pe plan mondial și analiza soluțiilor tehnico-constructive posibile pentru conversia energiei eoliene (durata 5 luni), are în vedere activități de inițializare a cercetării care inevitabil trebuie să se bazeze pe o documentare temeinică, studierea soluțiilor cunoscute (atât cât pot fi cunoscute date fiind secretele de firmă). În cadrul etapei sunt prevăzute două activități:

Activitate I.1 Studiu privind situația pe plan mondial și analiza soluțiilor tehnice posibile pentru conversia energiei eoliene cu generatoare sincrone cu magneți permanenți și cuplare directă la motorul eolian (durata prevăzută 4 luni)

Activitate I.2 Stabilirea temelor de proiectare și a condițiilor de interfață reciproce, atât pe partea mecanică (între motorul eolian și generatorul sincron lent) cât și pe partea electrică (între generator și invertor, respectiv între invertor și rețea), între subsistemele componente, respectiv între partenerii care urmează să proiecteze și să realizeze componentele (durata prevăzută 1 lună).

Etapa II - Elaborarea proiectelor de execuție pentru modele experimentale, inclusiv SDV-uri de realizare și/sau testare experimentală componente și subansamble (durata 10 luni), are în vedere realizarea documentațiilor complete de execuție pentru toate subansamblele sistemului, cu respectarea temelor de proiectare și a condițiilor de legătură. Acolo unde este cazul **se consideră în această etapă nu doar proiectarea componentelor dar și a acelor SDV-uri minimale care sunt obligatorii pentru realizarea fizică la nivel de model experimental**. Se exemplifică prin matrițele de decupare tole pentru sistemul magnetic segmentat al generatorului sincron lent, echipamentul de testare experimentală a acestuia care trebuie să prevadă posibilitatea antrenării lui la 33 rpm în laborator, deci un reductor de turație cu raportul aproximativ 70-80:1 și amenajări cu aspect de construcții-montaj în locația unde se va asambla pentru asigurarea condițiilor de realizare și montaj a subansamblelor care conțin magneți permanenți încorporați. În ceea ce privește proiectarea construcției stâlpului, se subînțelege că în această etapă partenerul ROMSERV va face diligențele în vederea obținerii autorizației de construcție.

Trebuie precizată contribuția partenerului UPB-ECEE în toate etapele derulării proiectului dar cu precădere în etapa de proiectare având în vedere necesitatea unor calcule detaliate a performanțelor generatorului sincron prin metode numerice și software de ultimă oră bazate pe analiza neliniară a problemei de câmp electromagnetic prin elemente finite în vederea caracterizării soluției finale.

Etapa III – Realizare obiecte fizice la nivel de model experimental (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp cu accesorii), (durata 9 luni), urmează să fie, probabil, etapa cea mai dificilă a proiectului prin densitatea de activități. Succesul ei va depinde de rigoarea și completitudinea cu care vor fi fost rezolvate problemele de proiectare din etapa anterioară și de modul cum au fost anvizajate problemele tehnice ale proiectării. Fiecare dintre parteneri urmează să realizeze (activitatea III.1) partea de componente care îi revin prin plan, anume ROMSERV va realiza motorul eolian și partea de construcție (stâlp, nacelă), ICPE-ME va realiza generatorul sincron lent cu magneți permanenți iar SAERP va realiza inverterul trifazat care să permită cuplarea la rețea. În partea a doua a lucrărilor de etapă (activitatea III.2) urmează ca fiecare din cele trei componente principale să fie testate, în baza condițiilor tehnice stabilite și prin procedurile definite, în condiții de laborator.

Etapa IV –Amplasare în obiectiv, asamblare componente și teste funcționale de punere în funcțiune (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp cu accesorii), durata 6 luni, reprezintă a altă etapă dificilă care presupune deplasarea echipamentelor componente, asamblarea și testarea în locația finală, punere în funcțiune cu experimentări și elaborarea concluziilor finale. Este etapa care urmează să valideze munca întregului colectiv de cercetare și realizare și să conducă la concluzia posibilității de fabricație viitoare a echipamentelor de conversie a energiei eoliene de mare putere în România. Etapa are și rolul demonstrării și validării soluțiilor tehnice elaborate.

Prezentarea rezultatelor S/T estimate corespunzătoare activităților prevăzute:

Rezultatele științifice și tehnice cu caracter de premieră națională se vor regăsi în fiecare din componentele sistemului, astfel:

a). Motorul eolian (P3-ROMSERV), în construcție tripală din materiale compozite din fibre carbonice pe butuc central din oțel, cu echipament de acționare automată a unghiului de atac în funcție de turație, diametrul rotorului de circa 30 m, viteza maximală periferică 60 m/sec. Problemele S/T de rezolvat sunt de natură aerodinamică, rezistența materialelor, automatizarea reglării turației și autoprotecție în caz de viteză de vânt peste limita prescrisă.

b). Generatorul sincron lent de 200 kW la 33 rpm (CO-ICPE-ME), cu magneți permanenți, diametru interior/exterior estimat la 1,80/2,10 m, construcția miezului statoric din segmente de tole. Problemele S/T de rezolvat se referă la dimensionarea corectă, pe baza metodelor FEM de analiză a câmpului electromagnetic (P2-UPB-ECEE), realizarea unei combinații de număr de creștături/număr de poli astfel încât cuplurile de agățare reluctantă să fie minimizezate pentru demararea la viteze cât mai mici ale vântului, verificarea structurii mecanice, cu considerarea solicitărilor reale statice și dinamice (masa butucului și a sistemului de pale este estimată la 3,5 tone) și studierea comportării la din punct de vedere al vibrațiilor la forțele excitatoare reale.

c). Echipamentul de redresare împreună cu Inverterul pentru debitare în rețea cu transformator de adaptare (P2-SAERP), inclusiv sistemul de automatizare și comandă a unghiului de deschidere a supapelor electronice pentru adaptarea puterii preluate funcție de viteza vântului și deci de puterea disponibilă a motorului eolian, totul realizat într-o construcție compactă în vederea reducerii la maximum a maselor care trebuie suportate de stâlpul de susținere (masa nacellei cu generator și inverter estimate la 7,5 tone).

d). Stâlpul de susținere (P3-ROMSERV), construcție rotundă, conică, din beton armat, tehnologie de turnare continuă cu cofraj glisant.

Viabilitatea și riscurile proiectului

Cu referire la viabilitatea proiectului trebuie menționată aici și **experiența, competența și realizările anterioare ale membrilor din consorțiul stabilit.** Însumarea eforturilor colective ale membrilor consorțiului, direcționate spre obiectivele din planul de realizare a proiectului în scopul dezvoltării unui sistem complet de conversie a energiei eoliene ca premieră națională, reprezintă o garanție a succesului acestuia. **Gradul de integrare între parteneri din consorțiu este ridicat,** partenerii aducând în cadrul lucrării, conform planului de realizare, experiențe și realizări proprii dobândite în activități conexe, care puse împreună amplifică forța de penetrare în domeniul temei de cercetare.

La o lucrare de complexitate a celei care face obiectul proiectului, afirmația că riscurile proiectului sub

aspect tehnic sunt zero ar fi hazardată sau cel puțin dificil de crezut. Totuși, având în vedere intenția specialiștilor de a lua în considerație elaborarea, pentru elementele cu nivel pronunțat de noutate, a unor soluții paralele, și faptul că, în funcție de rezultatele preliminare sau parțiale se vor identifica soluții de soluționare a dificultăților potențiale, riscurile proiectului sub aspect tehnic sunt minimize.

Riscurile economice în sensul încadrării costurilor în bugetul estimat vor fi diminuate prin experiența științifică și tehnico-economică a partenerilor, prin managementul competent al proiectului și capacitatea previzională a persoanelor implicate în conducerea lui.

Schema de realizare a proiectului privind rolul și responsabilitățile fiecărui participant cu defalcarea pe activitățile prevăzute (pentru fiecare activitate este prezentat necesarul de manoperă în echivalent om/luna cu considerarea specificului manoperei pe etape, a salariilor medii și a contribuțiilor actualizate la bugetul de stat)

Anul	Etape/ Categoria de activitate*/ Denumirea Activității/ Participanți	Durata Etapa (luni)	Rezultate	Echi-valent om/ lună
2008	Etapa I – Studiu tehnic privind situația pe plan mondial și analiza soluțiilor tehnico-constructive posibile pentru conversia energiei eoliene	2 luni	Raport tehnic privind studiu și analiza soluțiilor constructive de conversie cu generatoare sincrone lente și conectare la rețea	7,45
	Activitate I.1 Studiu privind situația pe plan mondial și analiza soluțiilor tehnice posibile pentru conversia energiei eoliene cu generatoare sincrone cu magneți permanenți și cuplare directă la motorul eolian. Activitate I.2 Stabilirea temelor de proiectare și a condițiilor de interfața între subsistemele componente –		Analiza soluțiilor constructive cu considerarea bazelor internaționale de brevete. Analiza condițiilor tehnice generale și a aspectelor legislative de conectare la rețea. Teme de proiectare cu detalii tehnice privind condițiile de interfața între subsisteme	
	CO (ICPE-ME)		Elaborarea studiului privind generatorul sincron lent cu magneți permanenți și asamblarea componentelor elaborate de parteneri	4,10
	P1 (ICPE-SAERP)		Elaborarea studiului privind echipamentul inverter	1,35
	P2 (UPB-ECEE)		Elaborarea studiului privind modelarea mecanică și electromagnetica a soluțiilor de generator sincron lent	0,71
	P3 (ROMSERV)		Elaborarea studiului pentru motorul eolian, stâlpul, nacela și echipamentul de orientare	1,29
2009	Etapa II - Elaborare proiecte de execuție modele experimentale inclusiv SDV-uri de realizare și/sau testare experimentală componente și subansamble	10 luni	Proiectare la nivel de model experimental componente (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp de susținere cu accesorii)	18,20
	Activitate II.1 Proiectare la nivel de modele experimentale a componentelor sistemului de conversie a energiei eoliene (generator sincron lent, inverter static, motor eolian cu accesorii și stâlp de susținere) Activitate II.2 Proiectare elemente auxiliare de fabricație și testare (SDV-uri, echipamente de testare)		Proiectare la nivel de model experimental componente (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp de susținere cu accesorii)	

	CO (ICPE-ME)		Proiect model experimental generator sincron lent inclusiv SDV-uri indispensabile	9,95
	P1 (ICPE-SAERP)		Proiect model experimental inverter	3,28
	P2 (UPB-ECEE)		Elemente de analiza mecanica și electromagnetica a ansamblului generator lent	1,72
	P3 (ROMSERV)		Proiect model experimental motor eolian și nacela cu stâlp de susținere	3,25
2010	Etapa III – Realizare obiecte fizice la nivel de model experimental (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp cu accesorii) și încercări experimentale preliminare	12 luni	Obiecte fizice realizate în baza proiectelor proprii (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp de susținere și accesorii)	10,79
	Activitate III.1. Realizare obiecte fizice la nivel de model experimental (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp cu accesorii).		Obiecte fizice realizate la participanți în baza proiectelor proprii (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp de susținere și accesorii). Rapoarte preliminare de încercare individuală	
	Activitate III.2. Testare experimentală preliminară de laborator			
	CO (ICPE-ME)		Generator sincron lent și rezultate experimentale preliminare	5,89
	P1 (ICPE-SAERP)		Inverter trifazat și rezultate experimentale preliminare	1,95
	P2 (UPB-ECEE)		Colaborare la testare experimentală generator sincron lent	0,84
	P3 (ROMSERV)		Motor eolian, nacelă și stâlp de susținere. Teste preliminare	2,11
	Etapa IV –Amplasare în obiectiv, asamblare componente și teste funcționale de punere în funcțiune (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp cu accesorii).	9 luni	Sistem de conversie a energiei eoliene asamblat in situ și testare experimentală	5,97
	Activitate IV.1. Amplasare în obiectiv, asamblare componente și teste funcționale de punere în funcțiune (generator sincron lent, inverter, motor eolian, stâlp cu accesorii).		Sistem de conversie a energiei eoliene asamblat in situ și testare experimentală	
	CO (ICPE-ME)		Asistenta tehnica și consultanta pentru montaj și încercări în sistem	2,94
	P1 (ICPE-SAERP)		Asistenta tehnica și consultanta pentru montaj și încercări în sistem	1,08
	P2 (UPB-ECEE)		Asistenta tehnica și consultanta pentru montaj și încercări în sistem	0,31
	P3 (ROMSERV)		Integrare în sistem și coordonare testare experimentală sistem eolian complet	1,64
	TOTAL PROIECT	33		11,74

Modalitățile de valorificare a rezultatelor – potentiali beneficiari

Se preliminează că pe parcursul derulării proiectului se vor depune la OSIM cereri de brevete de invenție privind aspecte tehnice inovatoare, pentru fiecare dintre componentele instalației eoliene, ale căror rezultate științifice se vor valida experimental și valorifica tehnologic în proiect. Prin prezența în consorțiu a unei unități beneficiare (ROMSERV) care integrează componentele sistemului și are intenția declarată de a deveni fabricantul general al echipamentului, este creată **premiza esențială ca la finalizarea proiectului să existe baza tehnică a unei fabricații interne de sisteme eoliene de 200 kW**. Fabricarea acestor sisteme, desigur având dezvoltată și fabricația de componente electrice (generator sincron lent, inverter) la ICPE-ME și respectiv SAERP, asigură orizontala necesară dezvoltării produsului final integrat la ROMSERV.

Beneficiari ai sistemelor de conversie eoliană a energiei vor exista cu siguranță, dată fiind ofensiva dirijată, la nivelul Comunității Europene, a utilizării surselor de energie regenerabilă. Valorificarea

rezultatelor concrete ale proiectului prin producția ulterioară și exploatarea în locații propice din punctul de vedere al potențialului eolian, va genera rezultate operaționale sustenabile la nivel național și UE, având în vedere și elementele de noutate propuse, asigurându-se o piață consistentă de desfacere pentru astfel de centrale eoliene. În urma rezultatelor științifice și tehnice ale proiectului, se va lărgi baza de competențe ale partenerilor consorțiului într-un domeniu de vârf, ajungându-se la creșterea vizibilității științifice românești și contacte tehnico-științifice internaționale.

Repartizarea drepturilor de proprietate intelectuală și/sau industrială și comercială între parteneri

Modul de identificare, atribuire și exploatare a dreptului de proprietate asupra rezultatelor C-D scontate, se va stabili și detalia de comun acord ulterior, prin prevederile "Acordul ferm de colaborare și parteneriat", la contractarea și finanțarea temei.

Dreptul de proprietate intelectuală - va fi stabilit de comun acord de către participanți, în condițiile legii, în momentul când apare posibilitatea de brevetare a rezultatelor, în funcție de contribuția fiecăruia la elementele de noutate obținute.

În situația în care desfășurarea proiectului oferă ocazia obținerii de noi brevete, aplicarea lor de către partenerii consorțiului, conform celor convenite privind valorificarea lucrărilor și proprietatea de producție, se va face fără pretenții financiare din partea celorlalți, în afara drepturilor individuale de autor.

Dreptul de producție și comercializare, în cazul asimilării ulterioare, pentru produse dezvoltate efectiv în cadrul proiectului, revine fiecărui partener care a fost implicat în concepția, proiectarea și realizarea modelului.

Dreptul de difuzare a rezultatelor pentru produse dezvoltate efectiv în cadrul proiectului, îl au toți participanții la proiect pe partea componentelor dezvoltate, cu condiția să nu aducă atingere dreptului de proprietate intelectuală.

Modalități de diseminare a rezultatelor

Rezultatele științifice ale proiectului vor fi diseminate pe scară largă, prin participarea cercetătorilor din consorțiu la diverse manifestări științifice naționale și internaționale de profil, în cadrul tuturor etapelor proiectului.

Fiecare partener va avea obligația prezentării a cel puțin două comunicări științifice cu propriile rezultate, pe perioada derulării contractului, iar CO urmează să realizeze o comunicare de sinteză în cadrul unui simpozion special organizat pentru diseminarea rezultatelor științifice.

4. Impactul generat de proiect

Impactul economic al proiectului se va reflecta, pe de o parte în efectul financiar al exploatării centralei eoliene de către beneficiar, iar pe de alta parte în perspectiva pe care o deschide fabricația unor astfel de centrale de diferite puteri instalate (cu beneficii la producătorul general și la producătorii de componente). De asemenea se are în vedere multiplicarea produsului în anii următori, cu posibilitatea de fabricație în actualele conjuncturi (fără dezvoltări investiționale) de circa 20 bucăți anual, cifra putând crește la 40-50/an în cazul aplicării pentru fonduri investiționale în noi locații prin programele operaționale sectoriale (POS).

O apreciere a cantității de energie ce poate fi produsă de o centrală eoliană cu puterea nominală în speță de 200 kW poate avea la bază o viteză medie a vântului de 6-6,5 m/sec și o distribuție de tip Rayleigh, ajungându-se la circa 450-500 de MWh/an.

Impactul social al proiectului, are loc în special în zonele pretabile unui potențial eolian bogat, prin degrevarea bugetelor locale și individuale de o parte a costurilor cu energia electrică, precum și cu venituri concrete provenite din injecția de energie electrică în rețeaua națională și posibilitatea de comercializare a certificatelor verzi.

În sprijinul realizării obiectivelor proiectului, se vor face eforturi pentru întinerirea colectivelor de specialiști ale unităților de C-D partenere, lucru benefic și din punct de vedere social prin crearea de locuri noi de muncă.

Impactul asupra mediului prezintă deosebită importanță: prin producerea de energie electrică „curată”, total nepoluantă, datorită folosirii energiei vântului, în deplină concordanță cu necesitățile momentului și cu directivele europene aplicabile.

5. Managementul proiectului. Alcătuirea consorțiului

Consortiul colaborator la realizarea proiectului propus cuprinde:

(CO) **ICPE-Institutul de Cercetări pentru Mașini Electrice (ICPE-ME)**, coordonator de proiect, cu competențe în concepția și dezvoltarea de generatoare sincrone cu magneți permanenți, având în prezent asimilată o serie unitară de asemenea generatoare lente, cu cuplare directă la turbina eoliană, cu puteri până la 12 kW/170 rpm, cu care se echipează sistemele eoliene ale furnizorului francez TRAVERE Industries SAS. În cadrul ICPE-ME au fost derulate o serie de cercetări de anvergură prin programele RELANSIN, INVENT și CEEX legate de ***motoare electrice cu eficiență energetică ridicată, mașini electrice cu turații multiple și mașini electrice cu excitație hibridă*** acoperindu-se o tematică de cercetare extrem de actuală și cu rezultate care au fost sau sunt în curs de implementare în fabricațiile de mașini electrice din România. Forța de concepție, mașinile cu magneți permanenți concepute și fabricate până în prezent precum și echipamentele de testare de care dispune ICPE-ME (standuri de probă cu dinamuri-frână, sisteme de achiziție și prelucrări date) sunt argumente solide în abordarea cu succes a temei în speță.

Directorul de proiect are realizată o teză de doctorat în domeniul proiectării optime a mașinilor electrice cu aplicații la seriile unificate de motoare. El deține, în calitate de inventator, o serie de brevete (peste 25) cu referire la mașini cu magneți permanenți, mașini hibride și înfășurări speciale (sinusoidale, cu poli comutabili) pentru mașini electrice de c.a., a scris 3 cărți și a publicat sau comunicat peste 90 de lucrări științifice în domeniu în țară și în străinătate. A condus ca director de proiect, în ultimii ani (din 2000), 4 contracte de cercetare în cadrul programului național **RELANSIN**, 5 contracte de cercetare în cadrul programului **INVENT**, bazate pe invențiile proprii, și are în derulare 3 proiecte de cercetare în cadrul programului național **CEEX**. **Colectivul de cercetare din ICPE-ME**, având în dotare una dintre cele mai complete platforme de încercare experimentală a mașinilor electrice de medie putere din țară, este proiectantul multor serii de motoare din România și deținătorul unui portofoliu semnificativ de lucrări științifice și brevete în directă legătură cu tema.

(P1) **ICPE-SAERP (Societatea de Acționări și Redresoare de Putere)** este recunoscută ca promotoare a sistemelor de acționare moderne bazate pe reglarea turației motoarelor de c.a. prin echipamente bazate pe convertizoare statice de frecvență. Troleibuzele din România, Bulgaria și Republica Moldova sunt echipate cu echipamente fabricate la ICPE-SAERP iar metroul bucureștean și CFR utilizează de asemenea o serie de echipamente electronice de putere ale ICPE-SAERP. Cercetările care se derulează în prezent pentru trecerea la acționarea troleibuzelor cu motoare sincrone cu magneți permanenți (denumite autopilotate) cu alimentare de la invertoare trifazate de 200 kVA cu module IGBT reprezintă o platformă de plecare solidă pentru elaborarea invertorului trifazat pentru debitarea în sistemului energetic a energiei eoliene convertită electric de generatorul sincron lent. ICPE SAERP deține un portofoliu impresionant de brevete de invenție în domeniu și lucrări științifice și de dezvoltare tehnologică în tracțiunea electrică, sisteme de acționare industrială cu turație variabilă, sisteme de încălzire electrică cu invertoare comandate, etc.

(P2) **Universitatea POLITEHNICA din București**, prin Centrul de Cercetare Echipamente de Conversie Electromecanică a Energiei are specialiști de largă recunoaștere internațională, care dețin informații, tehnică de calcul, programe de calcul specializate, mijloace de investigare științifică și echipamente de cercetare semnificative și au de asemenea realizări remarcabile în domeniu bazate pe teze de doctorat, brevete și lucrări științifice în periodice prestigioase. Cercetările întreprinse în UPB-ECEE, cu rezultate notabile, ***sunt de natură multidisciplinară, integrând pe lângă mașina electrica sisteme și/sau echipamente electronice (convertoare) sau sisteme de achiziții de date pentru monitorizare și diagnoză asociate.***

(P3) **ROMSERV Tg. Mureș**, este un partener care a avut o dezvoltare extrem de dinamică în ultimii ani, orientându-se în direcția energiilor curate și regenerabile, cu activități legate de utilizarea uleiurilor bio-diesel și a sistemelor de captare a energiei eoliene (motoare eoliene), având o realizare inițială de sistem eolian cu puterea de 1 kW și diametrul rotorului eolian bipal de 6,5 m. În prezent ROMSERV dispune de un colectiv format din specialiști în domeniile: construcții, mecanică, aerodinamică, materiale compozite. Toți acești profesioniști au experiență practică și teoretică în domeniile de specializare. Este important că ROMSERV dispune de un teren în satul Săbed județ Mureș aflat într-o zonă cu potențial eolian unde va fi instalat sistemul (având concesionate și terenuri în zona deltei Dunării) și are dorința de a deveni integratorul sistemului care face obiectul proiectului.

Metodele/ modalitățile de conducere, coordonare și comunicare pentru realizarea proiectului.

Conducerea proiectului se va realiza prin monitorizarea și evaluarea lucrărilor în conformitate cu

calendarul activităților și cu resursele bugetare, de către **Directorul de Proiect**, ajutat de un **Asistent Manager și** asistat de un **Consiliu tehnico-științific**. Realizarea proiectului se va face pe baza planului convenit de parteneri prin propunerea de proiect.

Directorul de proiect fixează obiectivele, planifică proiectul, urmărește realizarea proiectului, (monitoring), coordonează activitățile, actualizează planul, evaluează riscurile, stabilește termenele activităților, identifică acțiunile corective. Fiecare activitate prevăzută în plan se va realiza pe baza temei care va conține definirea detaliată a scopului activității.

Asistentul manager (care este și **responsabil pentru comunicare și activități suport**) va ține legătura dintre Directorul de Proiect și partenerii consorțiului, va elabora planul de activități pentru diseminarea rezultatelor sub formă de work-shop, masă rotundă pe tematica proiectului, participări la conferințe și publicații. Pregătește toate materialele necesare activității directorului de proiect și Consiliului Tehnico-Științific. Instituțiile partenerilor vor organiza pentru analizarea temelor de lucru și avizarea lucrărilor aferente acestora câte o **comisie tehnico-științifică de avizare** alcătuită din specialiști ai domeniului (CTSA).

Consiliul Tehnico-Științific este format din personalități ale partenerilor cu experiență și responsabilități manageriale și are următoarele atribuții: detaliază planul de activități, confirmă rezultatele științifice și rapoartele de etapă, propune corecțiile necesare pentru planul de lucru, acordă asistență la nevoie partenerilor.

Activitățile Partenerilor vor fi conduse de câte un **responsabil științific și un responsabil economic**. Coordonația dintre echipele de lucru revine directorului de proiect. Fluxurile de informații dintre directorul de proiect și Autoritatea Contractantă, până la echipele de lucru vor fi definite și oficializate în fiecare etapă a proiectului. Având în vedere că majoritatea partenerilor antrenați în realizarea acestui proiect au colaborat și până acum (în cadrul altor proiecte sau teme de cercetare), se poate afirma că există relații **interparteneriale** foarte bune.

Acțiunile care sunt inițiate, ca tehnica de planificare pentru conducerea proiectului, au la bază schema de realizare a proiectului care este pusă în aplicare astfel încât să se încadreze în cheltuielile aferente. Documentele de planificare specifice sunt: planul de realizare a proiectului și planul anual de lucru. Controlul pe parcursul și la finalul proiectului constituie o componentă esențială a managementului și organizării activităților.

Diagrama Gantt a desfășurării proiectului pe etape, activități, luni (30) și ani (2008-2010) este dată în tabelul de mai jos:

ANUL	2008			2009												2010												2011					
Nr.luni →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Etapa I	■	■	■																														
A I.1.	■	■																															
A I.2.	■	■																															
Etapa II				■	■	■	■	■	■	■	■	■																					
A II.1				■	■	■	■	■	■	■	■	■																					
A II.2													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Etapa III																																	
A III.1																																	
A III.2																																	
Etapa IV																																	
A IV.1																																	

6. Resursele materiale, financiare și umane

Se solicită de la bugetul programului, în baza planului de realizare care conține etape distincte și activități în fiecare etapă de cercetare industrială (studii și analize tehnice, proiectare la nivel de modele experimentale/funcționale, realizare și testare experimentală modele) suma de 2.000.000 lei care urmează să acopere necesarul de resurse umane, materiale și cu referire la dotări (construcție instituțională) și la cheltuielile indirecte (regie) necesare realizării temei. În conformitate cu prevederile recente ale intensității ajutorului de stat pentru activități de CD așa cum se regăsesc ele în reglementarea europeană C323/2006, partenerii agenți economici urmează să cofinanțeze lucrarea cu suma totală de 482.500 lei. Nu este inclusă în această sumă

contribuția partenerului P3-ROMSERV care constă în punerea la dispoziția proiectului a terenului din zona Săbed – județ Mureș pe care urmează a se amplasa sistemul eolian în vederea efectuării testelor experimentale in situ.

Resursele materiale, financiare și umane existente

Membrii echipei de lucru ai proiectului sunt atât cercetători științifici, ingineri de dezvoltare tehnologică, specialiști cu înaltă ținută științifică, cu o deosebită experiență cat și reputați profesori universitari cu experiență atestată în domeniile complexe ale temei abordate.

Consortiul propus concentrează **resurse umane** înalt calificate în domenii diverse ca aerodinamică, mecanică, construcții civile, inginerie electrică, informatică și automatizări. Această enumerare a domeniilor abordate denotă caracterul multidisciplinar al proiectului propus.

Există în cadrul consorțiului o puternică **resursă materială** concretizată în baze experimentale conținând standuri complexe de testare, sisteme de achiziție de date, sisteme de calcul cu software specializat.

Necesarul de resurse umane, materiale și financiare pentru realizarea proiectului

În afara reputațiilor specialiști din listele de personal, consorțiul își propune atragerea de tineri specialiști în domeniu, în vederea îmbunătățirii cunoștințelor și a procesului de formare profesională continuă. Astfel, resursele umane alocate (cantitativ și calitativ) le considerăm absolut necesare pentru atingerea obiectivelor științifice.

Prin importanța bazei materiale a partenerilor consorțiului în domeniile aerodinamicii, mecanicii și construcțiilor civile, precum și a bazei materiale în domeniul mașinilor electrice și acționărilor electrice, se creează premisele unui consorțiu cu excelență științifică în tematica proiectului, având ca element comun conversia energetică din resurse regenerabile. Echipamentele prevăzute a fi achiziționate în proiect asigură dotarea cu aparatură performantă și completează laboratoarele existente astfel încât baza materială să devină, ca și specialiștii, competitivă pe plan european. Astfel, nivelul de resurse materiale și dotări reprezintă circa 25 % din valoarea proiectului.

Circa 65 % din valoarea proiectului este alocată cercetării industriale și aplicative (ca suport al dezvoltării resurselor umane). Restul de cca. 10 % este alocat pentru studii și specializări, deplasări și diseminare informații. Toate aceste categorii de cheltuieli sunt defalcate detaliat în **Planul de realizare**, de unde rezultă un **mod echilibrat de alocare și de utilizare a resurselor** în funcție de obiectivele/activitățile proiectului