

# **Resurse energetice regenerabile**

**Ghid practic de proiectare, montaj, exploatare și  
întreținere a sistemelor de conversie care folosesc  
resurse regenerabile**



**Victor Emil Lucian**

# **Resurse energetice regenerabile**

**Ghid practic de proiectare, montaj, exploatare și  
întreținere a sistemelor de conversie care folosesc  
resurse regenerabile**



**EDITURA UNIVERSITARĂ  
București**

Coperta: Angelica Mălăescu

---

Copyright © 2011  
Editura Universitară  
Director: Vasile Muscalu  
B-dul. N. Bălcescu nr. 27-33,  
Sector 1, București  
Tel./Fax: 021 – 315.32.47 / 319.67.27  
www.editurauniversitara.ro  
e-mail: redactia@editurauniversitara.ro

---

EDITURĂ RECUNOSCUTĂ DE CONSILIUL NAȚIONAL AL CERCETĂRII  
ȘTIINȚIFICE DIN ÎNVĂȚĂMÂNTUL SUPERIOR (C.N.C.S.I.S.)

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**  
**LUCIAN, VICTOR**

**Resurse energetice regenerabile : ghid practic de proiectare,  
montaj, exploatare și întreținere a sistemelor de conversie care  
folosesc resurse regenerabile / Victor Emil Lucian. - București :**

Editura Universitară, 2011

Bibliogr.

ISBN 978-606-591-186-4

620.92

© Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate Editurii Universitare

---

Distribuție: tel/fax: (021) 315.32.47  
(021) 319.67.27  
comenzi@editurauniversitara.ro

---

ISBN 978-606-591-186-4

## CUPRINS

<b>Introducere</b> .....	9
<b>1. Domeniul de activitate</b> .....	11
1.1. Servicii de consultanță .....	12
1.2. Intocmirea documentației pentru lucrări .....	14
1.3. Documentația de la furnizorul de echipamente .....	16
1.4. Execuția lucrărilor .....	21
1.5. Asistența tehnică a furnizorului de echipamente .....	21
1.6. Asigurarea calității, standarde și norme aplicabile .....	22
1.7. Protecția mediului înconjurător .....	24
1.8. Penalități .....	24
1.9. Forța majoră .....	24
1.10. Luarea deciziei de realizare a unui proiect .....	25
<b>2. Tipurile resurselor de energie primare folosite</b> .....	27
2.1. Transformări energetice .....	29
2.2. Soarele, sursa de energie a Pământului .....	32
2.3. Relația dintre resursa de energie primară și consumatorul de energie finită .....	35
2.4. Bilanțul energetic global .....	36
2.5. Costurile energiei electrice produse .....	38
2.5.1. Costuri ale celulelor fotovoltaice .....	39
2.6. Prețuri practicate, minime, medii și maxime pentru energia electrică, în țările Uniunii Europene .....	42
<b>3. Instalații solare</b> .....	44
3.1. Panouri echipate cu celule fotovoltaice .....	44
3.1.1. Componente. Date tehnice. Instrucțiuni de exploatare .....	44
3.1.2. Dimensionarea componentelor instalației .....	45
3.1.3. Instrucțiuni de montare a componentelor instalației .....	47
3.1.3.1. Panoul echipat cu celule fotovoltaice .....	47
3.1.3.2. Regulatorul automat de încărcare .....	49
3.1.3.3. Bateria de acumulatori .....	57
3.1.3.4. Invertorul .....	57
3.1.3.5. Legăturile electrice .....	62
3.1.3.6. Modalități de conexiuni .....	64
3.1.4. Studii, măsurători, teste efectuate de autor pe instalații componente de sistem .....	65
3.1.5. Dimensionarea la cutremure de pământ. ....	70
3.2. Instalații solare de producere energie termică, apă caldă .....	71

3.2.1. Componente .....	72
3.2.2. Dimensionarea componentelor instalației .....	73
3.2.3. Instrucțiuni de montare a componentelor instalației .....	75
3.3. Instrucțiuni de exploatare, întreținere și reparare a instalațiilor solare .....	77
3.4. Materiale utilizate pentru construcția componentelor .....	78
3.5. Măsurători și observații efectuate de autor pe un panou termic solar .....	80
3.6. Determinarea potențialului energetic solar local .....	84
<b>4. Instalații eoliene .....</b>	<b>89</b>
4.1. Generalități. Caracteristicile resursei eoliene .....	89
4.2. Componentele instalației eoliene .....	90
4.2.1. Partea de construcții .....	91
4.2.2. Partea tehnologică.....	92
4.3. Determinarea potențialului energetic eolian local .....	91
4.4. Turbinelor eoliene de putere mică .....	98
4.4.1. Obținerea avizelor necesare pentru construcție.....	98
4.4.2. Precizări tehnice necesare execuției proiectului.....	95
4.4.3. Principalele componente ale instalației eoliene .....	101
4.4.4. Ordinea cronologică a operațiilor pentru execuția proiectului de montare a unei instalații de producere energie electrică folosind energia eoliană. Detalii tehnice .....	102
4.4.5. Întocmirea documentației conforme (as build) .....	107
4.4.6. Probe, măsurători și verificări la terminarea lucrărilor de montaj .....	108
4.4.7. Instalații hibride de produs energie .....	109
4.4.8. Necesarul de forță de muncă. Necesarul de utilaje de mică și mare mecanizare. Planul master de execuție a investiției .....	111
4.4.9. Returnarea surplusului de energie electrică produsă din resurse regenerabile (nepoluante) în rețeaua publică de distribuție a energiei electrice. Recuperarea din costul investiției.....	112
4.4.10. Specificații tehnice de echipamente .....	114
4.5. Schema de principiu a unei turbine de putere mare 1- 6 MW .....	116
4.6. Reglajul tensiunii produsă de o turbină eoliană.....	118
<b>5. Instalații de producere a biogazului .....</b>	<b>120</b>
5.1. Instalații care folosesc deșeuri vegetale sau dejecții animale .....	120
5.2. Instalații care folosesc biogazul, combustibil produs prin transformarea plantelor biocombustibile .....	122
5.3. Instalații care ard deșeuri de lemn .....	122
5.3.1. Cazan cu circulație verticală.....	122
5.3.2. Cazan cu circulație orizontală .....	124
5.3.3. Reglarea puterii furnizate de cazan și optimizarea arderii. ....	126

5.4. Biomasa .....	128
5.4.1. Ciclul carbonului în natură .....	129
5.4.2. Date de bază pentru combustibil .....	131
5.4.3. Calculul cantității de dioxid de carbon produs de cazan; comparație cu un cazan care arde combustibil fosil .....	131
<b>6. Instalații hidraulice .....</b>	<b>133</b>
6.1. Instalații pe firul apei .....	133
6.2. Efectul „Coanda” .....	138
6.3. Centrale hidro de putere mică, pentru consumatori izolați, lipsiți de rețea de distribuție .....	139
6.4. Chestionar de alegere a echipamentelor componente a unei centrale hidroenergetice. Modalități de calcul .....	141
<b>7. Instalații ce folosesc căldura pământului .....</b>	<b>154</b>
7.1. Energia termică a apei fierbinți din adâncul pământului .....	154
7.1.1. Energia geotermală de potențial termic ridicat .....	155
7.2. Gheizere și izvoare de apă fierbinte .....	158
7.3. Extragerea energiei înmagazinate în subsol cu pompe de căldură ....	161
7.3.1. Principiul de funcționare al pompei de căldură .....	161
7.3.2. Regimuri de funcționare a pompelor de căldură .....	163
7.3.3. Energia geotermală de potențial termic scăzut .....	163
7.3.4. Calculul de dimensionare .....	170
7.3.5. Probleme de proiectare .....	180
7.3.6. Costurile investiției .....	181
7.3.7. Testul hidraulic .....	183
7.3.8. Optimizarea funcționării sistemului .....	191
7.3.9. Despre forarea puțurilor .....	193
7.3.10. Dezvoltarea industriei energetice cu pompe de .....	193
căldură .....	194
7.3.11. Tendințe de viitor .....	195
7.3.12. Avantajele tehnologiei .....	198
<b>8. Sisteme hibride de producere a energiei .....</b>	<b>207</b>
8.1. Ce sunt sistemele hibride? .....	207
8.2. Din ce se compune un sistem hibrid? .....	207
8.3. Alternativa producerii de energie pe plan local .....	209
8.4. Sistem hibrid care utilizează energia vântului și surse de energie subterane. ....	213
<b>9. Programul de asigurare a calității .....</b>	<b>216</b>
9.1. Responsabilități și sarcini .....	216
9.2. Programul de asigurare a calității a producătorului de echipamente.	216

9.3. Programul de asigurare a calității a proiectantului instalației de producere a energiei electrice sau/și termice .....	217
9.4. Programul de asigurare a calității a instalatorului instalație de producere a energiei electrice sau termice .....	219
9.5. Manualul de asigurare a calității .....	220
9.6. Caracterul dinamic al Programului de asigurare a calității .....	222
9.7 Manualul de conducere integrată Calitate – Protecția mediului – Siguranță .....	223
<b>10. Costuri estimative pentru montarea unei instalații care folosește resurse regenerabile nepoluante .....</b>	<b>236</b>
10.1. Instalații hidroelectrice .....	236
10.2. Instalații solare .....	238
10.3. Instalații cu pompă de căldură .....	239
10.4. Instalații eoliene .....	240
10.5. Costuri necesare în funcție de combustibilul utilizat pentru producerea energiei termice .....	241
10.6. Recomandări utile practice pentru construcția casei .....	243
<b>11. Analiza situației actuale din România privind utilizarea resurselor regenerabile și propuneri pentru viitor. Adaptarea legislației la pachetul “<i>energie schimbări climatice</i>” .....</b>	<b>245</b>
11.1. Directive legislative comunitare .....	245
11.2. Greșeli de strategie, legislative, de administrație și organizare.....	245
11.3. Măsuri propuse pentru redresarea situația social-economice din România .....	253
11.4. Problema crizei adoptată în unele state ale lumii .....	258
11.5. Rolul statului în procesul de traversare a perioadei de criză .....	263
<b>Anexe .....</b>	<b>267</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>271</b>



## Introducere

Din cele mai vechi timpuri omul a încercat să folosească resurse de energie care erau la dispoziție în locurile unde se afla. Dar de multe ori, omul se deplasa în locuri unde resursele de energie erau la dispoziție, le oferea natura fără să depună nici un efort. Mai erau cazuri în care natura punea la dispoziție resurse de energie, dar acestea nu erau potrivite necesităților sale de consum. Din aceste motive omul a încercat să transforme forma de energie pe care o găsea în natură în forme de energie potrivite consumului.

Cartea de față este un îndreptar care încearcă să ofere un ajutor celor care doresc să realizeze cu forțe proprii instalații de conversie a formelor de energie primară, naturală, existente la locul de amplasare a consumatorului, în forme de energie potrivite consumului. Principalele forme de energie care se folosesc de consumator sunt energia electrică și energia termică. Energiile primare care sunt utilizate pentru converție și sunt tratate în carte sunt energia solară, eoliană, hidroenergie, geotermală și bioenergie.

Cartea oferă în prima parte o descriere a serviciilor care trebuie efectuate de cel ce se ocupă de o astfel de instalație și tipurile de documentație și conținuturile lor, care trebuie să stea la baza execuției instalației dorite. În continuare sunt prezentate principiile de funcționare a instalațiilor, pe fiecare tip de conversie din tipul de energie primară disponibilă, în energie utilă. Sunt prezentate în general principalele forme de energie care se găsesc în natură sub formă de energie primară și formele în care pot fi transformate. Bilanțurile energetice și eficiența energetică ale diferitelor forme de transformare, prezintă tema unui capitol separat. Pentru a avea o privire generală asupra costurilor cu care se produce energia electrică și a costurilor componentelor am făcut o scurtă prezentare.

Sunt prezentate metode de calcul a dimensionării instalațiilor în funcție de necesarul de consum al consumatorului. Identificarea sursei de energie primară existentă la fața locului și stabilirea perioadei în care energia este disponibilă, este următoarea descriere din carte. Dacă un tip de energie primară nu este disponibilă pe toată perioada în care consumatorul are nevoie de consum, am făcut o descriere a instalațiilor hibride care utilizează 2 sau mai multe forme de energie primară disponibilă. Urmează identificarea și descrierea tuturor componentelor care intră în componența instalațiilor. Datele tehnice, dimensiuni, mod de montare, instalare, mod de conectare, de legare a componentelor între diferite componente sunt următoarele seturi de informații prezentate. După montarea instalației sunt necesare instrucțiuni de execuție a probelor, a măsurătorilor, instrucțiuni de punere în funcție, instrucțiuni de exploatare și de reparare în caz de defectare. Toate acestea sunt prezentate în continuare. Pentru zonele în care cutremurele de pământ au intensitate mai mare și pot crea pagube și deteriorări ale instalațiilor, se oferă modalitatea de calcul, pentru a rezista acestor mișcări ale scoarței terestre. Sunt câteva capitole în carte care oferă informații, măsurători, date, încercări, efectuate

de autor. Am ales ca loc de efectuare a acestora în apropiere de centru țării pentru ca determinările efectuate să fie general valabile pentru tot teritoriul României, cu mici corecturi, în funcție de distanța la care se află cel ce dorește să monteze o instalație similară cu cea descrisă. Pentru anumite instalații descrise am făcut o dimensionare a forței de muncă pe profesii, meserii, necesară montării instalației dorite. De asemenea am prezentat un plan de derulare a lucrărilor necesare din care se pot vedea cronologia operațiilor, durata în timp pentru execuției fiecărei operații și durata totală a lucrării.

Cartea mai conține condiții de calitate pe care trebuie să le respecte executantul de servicii, indicații cum trebuie elaborat Manualul de Asigurare a Calității pentru a respecta Programul de lucru în condițiile de asigurare a Programului de asigurare a Calității, pentru executantul de lucrări și servicii. Este prezentat conceptul Manualul de conducere integrată « *Calitate – Protecția mediului – Siguranță* ». De asemenea sunt prezentate măsuri de protecția muncii pentru personalul executant și măsuri de siguranță împotriva electrocutării datorită atingerii accidentale a părților aflate sub tensiune sau împotriva electrocutării datorită descărcărilor atmosferice în timpul furtunilor. Sunt prezentate materiale uzuale folosite pentru construcția și montajul acestor tipuri de instalații și a suporturilor care le fixează.

Un capitol aparte prezintă pe componente și activități, costurile pentru o instalație de mărime medie, necesară consumului unei familii compuse din 4 membri.

Ultimul capitol prezintă situația actuală din România privind utilizarea resurselor de energie regenerabile, motivele pentru care suntem așa de mult de rămași în urmă față de alte țări europene și măsurile care consider că trebuie luate pentru apropierea de acestea și angajamentele luate în față Comisiei și Parlamentului European până în anul 2020.

Cartea de față se adresează tuturor celor care doresc să-și îmbunătățească cunoștințele teoretice și practice privind modurile și tipurile de conversie a resurselor de energii regenerabile, nepoluante. De asemenea, cartea se adresează celor care doresc singuri, cu forțe proprii, să monteze instalații de conversie, în gospodăria proprie sau în alte gospodării, cu cheltuieli minime. Am prezentat cum se poate realiza o instalație de conversie, pentru obținerea apei calde cu ajutorul energiei solare. Costurile unei astfel de instalații realizată artizanal, cu forțe proprii, într-un atelier care are o dotare minimă, are un preț cam de 6 ori mai mic decât o instalație similară procurată din comerț. Nu în ultimul rând cartea de față poate fi un curs de predare pentru diferite forme de învățământ, de la școli profesionale, de maiștrii, tehnicieni, la institute de învățământ tehnic superior.

Tendința actuală de utilizare a acestor tipuri de resurse energetice impunea apariția unui astfel de manual. De asemenea angajamentul Guvernului României față de Uniunea Europeană, impune existența acestei cărți, la dispoziția publicului interesat.

Autorul

## 1. Domeniul de activitate

Prezentul manual oferă consultanță, calcule de dimensionare, instrucțiuni de instalare, exploatare, întreținere, reparare a instalațiilor de producere energie electrică și termică pentru locuințe și gospodării mici și mijloci a căror proprietari sau locatari nu doresc să depindă de un furnizor local de energie, sau nu doresc să achite facturi suplimentare pentru consum de energie. Sunt prezentate forme de energie regenerabile prezente pe teritoriul României. Consumatorii de energie electrică și/sau termică produc energia necesară consumului gospodăriei utilizând resurse de energii regenerabile existente în apropierea gospodăriei. Puterea instalațiilor este între 1 și 20 kW, dar indicațiile sunt valabile și pentru instalații cu puteri mai mari. La instalații de putere foarte mare, de ordinul MW-ilor problemele se complică și sunt valabile alte norme care trebuie respectate.

Alegerea instalației care urmează să fie montată, se face în funcție de resursa de energie existentă în locul în care se află amplasată gospodăria (consumatorul) care urmează să fie alimentată de la instalația de producere a energiei. Dacă resursa de energie primară, naturală este preponderentă numai o perioadă a anului, iar altă perioadă de timp este activă, disponibilă, o altă resursă de energie, se pot imagina, proiecta, procura și monta sisteme hibride de producere a energiei. Astfel, de exemplu, dacă pe timp de primăvară, vara și toamnă târzie soarele strălucește mai puternic și sunt multe zile însorite, luminoase, fără nori, se pretează folosirea instalațiilor solare cu panouri cu celule fotovoltaice pentru producerea energiei electrice și panouri termice cu țevi, pentru producerea energiei termice, respectiv a apei calde menajere sau pentru încălzirea locuinței. Dacă toamna târziu și iarna bat vânturi, o perioadă mai lungă de timp și au caracter permanent, se poate folosi energia eoliană care antrenează turbine eoliene pentru producerea energiei electrice și mecanice necesare activităților gospodăriei.

Statisticile arată că în timpul verii (zile cu lumină prelungită, peste 10-12 ore) instalațiile bazate pe conversia energiei solare sunt avantajoase, iar iarna, când bat des vânturile, instalațiile eoliene sunt avantajoase, pentru conversie.

Alegera tipului de energie care urmează să fie folosită se face în urma unor observații și măsurători de către consultantul angajat în acest scop, de către beneficiarul lucrării. Durata de observații și măsurători poate fi mai scurtă (o săptămână iarna, una primăvara, una toamna și o săptămână, vara), sau o perioadă de observații și măsurători, mai lungă, continuă, în funcție de frecvența schimbărilor climatice, din zona studiată. Observațiile și măsurătorile pot dura și un an. Observațiile se fac prin constatări la fața locului, iar măsurătorile se fac cu aparate dedicate acestui scop, special concepute și executate. În manual se prezintă modul de determinare a potențialului energetic local, al zonei de interes.

Pentru perioade mai lungi trebuie să se țină cont și de tendințele schimbărilor climatice, din viitor, ca urmare a schimbărilor climatice petrecute în trecutul apropiat și a estimărilor pentru viitor. Tendința de schimbare se analizează

în context cu prezența factorilor care au determinat schimbarea climatică din trecut și din prezent sau apariția unor factori noi care pot influența schimbarea, în viitor.

Am tratat în manual, la capitolul care descrie primul tip de instalații (solare) fiecare componentă (baterii de acumulatori pentru stocarea energiei electrice când resursa de energie primară nu este disponibilă permanent, regulatorul automat de încărcare, inverterul ce transformă curentul continuu produs de sursă, în curent de forma și mărimea potrivită necesității consumului, etc.) mai detaliat; pentru celelalte tipuri de instalații (eoliană, hidraulice, geotermală, biomasă, etc.), care au componente similare cu cele de la instalațiile solare, informațiile prezentate, rămân valabile, nemaifiind repetate, la fiecare capitol în parte. Diferențele față de ce s-a prezentat la instalațiile solare, sunt tratate la fiecare tip de instalație în parte. Diversitatea constructivă este așa de mare încât am ales pentru descriere, după niște criterii de piață, tipurile mai frecvent folosite și răspândite, în România și în țările din jur și din statele Uniunii Europene.

### **1.1. Servicii de consultanță**

Scopul serviciilor de consultanță este identificarea resursei sau resurselor energetice locale disponibile la locul amplsării consumatorului; această activitate se face de o echipă specializată, pe baza următoarelor principii:

- a observațiilor și a măsurătorilor de la fața locului. Durata măsurătorilor și observațiilor este indicat să fie de minimum un an, pentru a avea un set de informații cât mai complet, lucru ce permite o estimare mai exactă a modului de exprimare a resursei de energie care va fi folosită pentru conversie pentru obținerea tipului de energie potrivită utilizării consumatorului; o durată prea mare prelungește nejustificat durata de studii și amână execuția proiectului;
- datelor statistice obținute de la Autoritatea Națională de Meteorologie prin datele deținute de 2-3 centre meteorologice, cele mai apropiate de zona studiată și care sunt cele mai reprezentative, pentru zona de amplasare a consumatorului;
- prelucrarea rezultatelor obținute din cele 2 surse menționate mai sus.

După identificarea resurselor energetice care urmează să fie folosite pentru conversie, pentru obținerea energiei, se stabilește dacă se folosesc instalații separate pentru obținerea energiei termice și electrice sau se folosește o singură instalație de produs energie în “*casadă*”, adică resursa energetică primară se convertește într-o formă de energie, în primul ciclu de conversie și aceasta se folosește atât pentru consum cât și pentru produs și cealaltă formă de energie, necesară consumului. De exemplu, dacă energia razelor solare este folosită ca energie termică pentru producerea aburului și apei fierbinți, folosind oglinzi reflectorizante – concentratoare a energiei produse de razele solare și aburul obținut va putea antrena o turbină cu abur care la rândul ei va antrena un generator electric pentru producerea energiei electrice. Apa fierbinte obținută cu ajutorul oglinzilor reflectorizante este folosită pentru consumul de energie termică. Sau un alt exemplu, dacă se folosesc separat panouri solare echipate cu celule fotovoltaice, care convertesc direct energia luminoasă în energie electrică și separat panouri

termice solare echipate cu țevi, care produc apa caldă prin convertirea razelor solare calorice în energie termică.

La fiecare tip de resursă energetică primară folosită vom indica mărimile necesare care trebuie determinate pentru a realiza calculele necesare, în vederea alegerii unei game de echipamente cât mai competitive, care să atingă performanțele dorite de consumatorul și beneficiarul investiției.

Aparatura ce va fi montată pentru măsurători cât și lucrările ce urmează să fie executate, trebuie să reziste și să funcționeze corespunzător în condiții climatice și de seismicitate pe toată perioada de viață a investiției (minimum 20 de ani): aceste mărimi se vor indica de consultant, în caietul de sarcini al echipamentele care vor fi alese corespunzător iar proiectarea se va face ținând cont de următoarele:

- altitudine xoyozo m
- temperatura minimă anuală -x1y1 °C
- temperatura maximă anuală x2y2 °C
- temperatura medie anuală x3y3 °C
- precipitații minime, x41y41z41 mm
- medii, x42,y42,z42 mm
- maxime x43,y43,z43 mm
- umiditate maximă x5y5z5 %
- viteza maximă a vântului m/s
- perioadele din an de bataie a vântului; zile
- viteza medie a vântului; m/s
- frecvența rafalelor de vânt; rafală/unitate de timp aleasă (s, min, oră, zi)
- și intensitatea rafalelor de vânt; m/s
- frecvența furtunilor furtună produsă/unitate de timp aleasă (an, luni)
- și intensitatea furtunilor (vijeliilor); m/s
- frecvența schimbărilor direcției de bataie a vântului schimbare/unitatea de timp aleasă (zi, săptămână, lună);
- dependența intensității de bataie a vântului cu înălțimea;
- densitatea aerului în zona de amplasare a turbinei eoliene;
- Zona seismică între x6 – y7 grd pe scara Richter
- Perioade de frig continuu sub -15°C ore, zile;
- Adâncimea de îngheț la sol mm;
- Calitatea sursei de apă, caracter acid, basic sau neutru (a apei curgătoare) care se folosește în procesul conversiei pH.

În care: notațiile  $x_0 - x_6$ ,  $y_0 - y_6$ ,  $z_0 - z_5$ , primesc valori în funcție de caracteristicile locului unde se fac studii și măsurători în vederea amplasării instalațiilor de conversie a energiei primare identificate. Perioadele de măsurare și observație cu cât sunt mai lungi, cu atât mai bine, rata de aproximare – estimare este mai mică și concluziile mai aproape de adevăr. Orce estimare comportă un risc. Cu cât estimarea se face pe o perioadă mai lungă de timp cu atâta riscul este mai mare.

## **1.2. Intocmirea documentației pentru lucrări**

Pentru ca beneficiarul să știe costul aproximativ al investiției, durata de execuție a lucrării, durata de amortizare a costului investiției și alte date de interes, este bine ca acesta (beneficiarul) să comande un studiu de fezabilitate, lucrare care va da un răspuns clar la aceste întrebări. Studiul de fezabilitate poate fi executat de o firmă specializată în astfel de lucrări. Dacă datele la care răspunde studiul de fezabilitate convin beneficiarului, se fac demersuri de obținere a finanțării costului execuției lucrării.

După aprobarea finanțării lucrării se comandă execuția documentației de execuție. Acest lucru se poate face concomitant cu alegerea executantului lucrării. În funcție de proprietarul, finanțatorul sau beneficiarul investiției (dacă fondurile de investiții provin din fonduri publice, de la bugetul de stat, sau din surse private) se recurge la licitație sau încredințare directă a execuției lucrării,

Documentația se întocmește de executant sau de o firmă specializată de proiectare, când obiectivul este mai mare, înțelegând prin aceasta instalații de complexitate mai mare (hibride, de exemplu) sau instalații de capacitate de producție a puterii electrice obținute, de peste 20 kW.

Documentația are 2 părți principale obligatorii:

- partea economică și
- partea tehnică.

Partea economică cuprinde următoarele capitole:

- avize și autorizații care trebuie obținute de la autoritățile locale sau centrale în funcție de importanța obiectivului local sau național, autorități în domeniu, pe specialități,
- taxele care trebuie plătite pentru obținerea avizelor de aprobare a execuției lucrărilor,
- lista de lucrări ce urmează să fie executate, pe specialități și tipuri de lucrări, de executantul direct,
- antemăsuratoare care cuprinde estimativ cantități de materiale și manoperă necesare executării lucrării în întregime,
- lista de echipamente cu cantități și prețuri unitare pe componente și prețuri totale;
- lista de materiale cu cantități și prețuri unitare pe componente și prețuri totale,
- lista de lucrări speciale executate de terți, sub antrepriză,
- deviz economic pe articole de lucrări, echipamente montate, materiale introduse în lucrare.

Partea tehnică a documentației cuprinde:

- memoriu tehnic;
- explicarea procesului tehnologic folosit pentru obținerea energiei;
- lista cu fișe tehnologice speciale pentru lucrări speciale;
- caracteristici tehnice pe fiecare echipament ce urmează să fie montat;

- lista de măsurători, verificări, probe care trebuie efectuate de executant pe parcursul construcției, montajului, pe faze și la finalul lucrărilor,
- desene de ansamblu a investiției;
- desene pe componente;
- desene cu conexiuni între componentele instalației;
- desene de execuție;
- desene de detaliu pe componente;
- măsuri de protecția muncii a personalului executant;
- măsuri de protecție împotriva apariției incendiilor și a propagării focului;
- norme și standarde de tehnologie și calitate care trebuie respectate pe perioada execuției lucrării și de materialele introduse în lucrare.

**1.2.1. Documentația de execuție** trebuie să fie întocmită conform cu normele specifice și să conțină separat următoarele părți:

- documentație pentru partea de construcții,
- documentație pentru montaj mecanic,
- documentație pentru montaj electric,
  - montajul echipamentelor noi,
  - pozarea cablurilor noi,
  - execuția de capete terminale și legături la aparate, șiruri de cleme, bornele transformatoarelor și cutiilor de borne ale motoarelor electrice,
  - măsurători, probe și verificări necesare de executat pe parcursul execuției lucrărilor, pe etape, în vederea verificării corectitudinii execuției lucrărilor;
  - măsurători, probe și verificări necesare de executat la terminarea lucrării,
- manual de asigurare a calității lucrărilor și a materialelor folosite;
- instrucțiuni de protecția contra incendiului și norme de protecția muncii a personalului executant.

#### *1.2.1.1. Pentru documentația pe parte de construcții.*

La calculul de rezistență a planșelor, stâlpilor, grinzilor, a tuturor elementelor de rezistență și al fundațiilor echipamentelor, se va avea în vedere următoarele condiții de funcționare:

- ce tip de sarcină a fost luată în calcul, sarcina constantă (statică) sau variabilă în timp (dinamică);
- dacă a fost luată în calcul greutatea fluidului pompat prin circuitele instalației;
- dacă s-a avut în vedere că fluidul pompat este în mișcare și viteza cu care este în circulație;
- dacă mai apar alte sarcini pe parcursul funcționării;
- se vor avea în vedere sarcini suplimentare care vor fi suportate de planșeu,

fundatie, alte elemente de rezistență, pe care urmează să se amplasaze noile echipamente;

- Dacă în zona apropiată sunt căi de acces și mijloacele de transport pot produce vibrații.

**1.2.2. Structurarea documentației pe parte de montaj și partea electrică** (proiectul trebuie să cuprindă):

- parte explicativă, descriptivă a lucrărilor, pe componente și pe ansamblu, mod de funcționare al instalației, execuție, întreținere, intervenție la defecte;
- calcule pentru determinarea valorilor de proiect, pentru fiecare mărime separate, care urmează să varieze în funcție de alți parametri, determinați de condițiile naturale de mediu sau variate de voința omului;
- avantajele execuției prezentului proiect; parametrii tehnici și economici care se vor realiza prin funcționarea instalației prezentului proiect;
- încadrarea funcțională și fizică a noii instalații în cadrul instalațiilor existente (dacă este cazul);
- încadrarea funcțională în cerințele de protecție a mediului înconjurător, limitarea emisiilor poluante sub normele admise;
- parte desenată, vederi în plan, secțiuni, vederi de ansamblu, desene pentru fiecare componentă, desene de amplasament, cote, distanțe față de repere existente, desene de gabarit, lista desenelor și planșelor;
- lista de echipamente noi care trebuie procurate, cu menționarea greutateii pe componente și pe ansamblu;
- lista de materiale speciale noi care trebuie comandate;
- deviz economic pe fiecare activitate în parte, cu valoarea echipamentelor, materialelor speciale introduse în execuție, valoarea manoperei, a materialelor de montaj, cota de cheltuieli indirecte, aprovizionare, transport, condiții speciale de muncă (dacă sunt, de exemplu, lucrul sub tensiune, lumină artificială, lucrul la înălțime, lucrul în condiții de exploatare, lucrul în subteran, condiții de muncă în mediu toxic, etc.);
- estimarea duratei de execuție a fiecărei lucrări, întocmirea unui program complet a lucrărilor de montaj.

### **1.3. Documentația de la furnizorul de utilaje și materiale speciale.**

Pentru montarea echipamentelor mecanice și electrice, furnizorul va pune la dispoziție beneficiarului documentația tehnică necesară în baza careia se va executa instalarea echipamentului. Documentația de montaj va cuprinde toate schemele de principiu, scheme bloc, planurile de dispoziție și planurile de montaj cu toate detaliile dimensionale și de legături, necesare bunei desfășurări a lucrărilor



de instalare, detaliile privind punctele de legătură, toate formularele și instrucțiunile de montaj.

Instrucțiunile de montaj elaborate de fabrica fumizoare, referitoare la elementele specificate vor trebui să fie furnizate echipei de lucru a contractorului pentru a se putea realiza un montaj corespunzător și de bună calitate.

### ***1.3.1. Cerințe privind documentația care trebuie să însoțească livrarea echipamentului;***

Documentația desenată trebuie să cuprindă:

- vedere din față, vedere în plan, vedere laterală;
- dimensiuni, greutate;
- schema monofilară;
- schema de legături cu exteriorul (punctul de alimentare, punctul de racord cu consumatorul);
- schema de funcționare;
- punctele de legare la centura generală de punere la pământ;

Documentația tehnică scrisă, cuprinde:

- valoarea mărimilor de intrare și de ieșire;
- valori de funcționare în regim normal;
- lista de protecții și valorile maxime și minime la care lucrează protecțiile și se intră în regimuri de funcționare anormale, declanșând alarme sonore, luminoase și valori la care lucrează protecțiile;
- manual cu instrucțiuni de exploatare, funcționare, întreținere, intervenții periodice preventive, reparații curente;
- program de mentenanță preventivă;
- lista de piese de schimb și rezervă;
- lista de piese recomandate de furnizor care au o rată mai mare de defect;
- lista de verificări, măsurători și probe efectuate în fabrică pe timpul execuției;
- valorile măsurătorilor, rezultatele măsurătorilor, buletine de verificare și probe;
- instrucțiuni de depozitare, conservare, ambalare, transport, montare, punere în funcțiune;
- perioada de garanție; condiții de garanție; pierderea garanției;
- adresa și telefonul-fax a unității service din țara cumparatorului echipamentului sau cea mai apropiată unitate service;
- montare de etichete pe toate componentele echipamentului livrat;
- buletine de verificări, măsurători și probe executate în fabrică, la finalul execuției.

### ***1.3.2. Livrări de la furnizor care însoțesc echipamentul***

Echipamentele livrate trebuie să fie însoțite de următoarele componente:

- scule și dispozitive speciale, dedicate, la livrarea echipamentului, necesare pentru montare, exploatare și întreținerea sa;

- asigurare instrucțiuni de instalare, montare, exploatare, întreținere, reparare,
- asigurare Manual de asigurare a calității,
- livrare certificat de garanție care să includă rezultatul probelor din fabrică,
- dosarul punerii în funcțiune cu rezultatele măsurătorilor de punere în funcțiune și al verificărilor din timpul montajului,
- asigurare din partea furnizorului de piese de schimb,
- asigurare service pe o perioadă de 10 ani, post-garanție,
- asigurare asistență tehnică la solicitările beneficiarului.

**1.3.3. Date tehnice,** informații, desene care vor însoți livrarea echipamentului:

- vedere generală, loc de amplasare;
- dimensiuni de gabarit, greutatea totală;
- greutatea pe componente,
- placa de identificare a mărimilor caracteristice a componentei;
- informații despre condițiile de depozitare a echipamentului;
- instrucțiuni de montare, ansamblare, desansamblare și demontare;
- instrucțiuni de mentenanță, funcționare, întreținere, punere în funcțiune;
- lista de materiale folosite pentru fabricarea echipamentului, cu caracteristici;
- lista de piese de schimb, și piese de rezervă;
- lista de piese recomandate de furnizor ca piese cu risc mare de defect; indicarea perioadelor de defect pentru fiecare piesă livrală.

Având în vedere că legăturile dintre componentele instalației sunt executate cu cablurile electrice de forță și cabluri de circuite secundare vom prezenta documentele pe care furnizorul trebuie să le prezinte la livrarea acestora.

**Cabluri electrice de legătură.** Furnizorul cablului va atașa odata cu livrarea, următoarele documente:

- rapoarte despre calitatea materialelor folosite pentru execuția conductorului electric, a materialelor izolante folosite, a materialelor folosite pentru invelișurile intermediare și extrioare;
- lista de probe funcționale de verificare efectuate, buletinele de probe cu valorile de încercare și a valorilor mărmilor măsurate;
- probele de încercare ca rezistență la foc a efectuate asupra cablurilor electrice, buletine cu valoarea timpului cât a rezistat cablul până la aprindere și propagare a focului, conform cerintelor normativului IEEE Nr. 383;

Cerințe impuse fabricantului de cabluri electrice, conform prevederilor normativului IEC 60695-1-1;

- materialul de compoziție să nu fie sursă de incendiu, sau sursa de aprindere;
- rata de răspândire a flăcării să fie redusă;

- materialul compozit al cablului să nu se înfierbânte, să nu mocnească, să nu se topească;
- fumul produs prin arderea materialelor compozite, să nu fie opac, toxic, iritant, coroziv;
- materialul izolant folosit trebuie să fie ethilen-propylen-cauciuc, conform NEMA WC 7 (ICEA S-66-524); este **interzis** folosirea ca material izolant a PVC - ului;
- în caz de incendiu, izolația cablului trebuie să reziste minimum o oră și jumătate, la foc;
- materialele din care sunt confecționate cablurile electrice, nu sunt admise să fie materiale combustibile și nu propagă focul și temperatura ridicată rezultată de la incendiu, prin ardere;
- materialele componente din execuția cablurilor, nu trebuie să dea componente sau compuși toxici prin ardere.

Se vor indica de furnizor:

- condiții de funcționare ale cablului electric;
- condiții de pozare a cablului;
- condiții de depozitare, conservare, transport;
- rezistența cablului la mediu magnetic, câmp electric, umezeală, sub acțiunea razelor solare, ploaie, ninsoare, intemperii, ceață, îngheț, chiciură, etc;
- temperatura maximă de funcționare, minimum 90°C, regim continuu, conform normativului NEMA WC 7;
- capacitate de depozitare, instalare, manevrare la temperatura minimum - 10 °C;
- funcționare în interior sau exterior;

**Marcarea și identificarea cablului electric:** cerințe pentru execuție la furnizor și instalare la locul de montaj;

- numele fabricantului, lotul de producție, date despre condițiile de fabricație;
- tipul izolațiilor între conductoarele de fază și la exterior, folosite, conform normativelor NEMA WC 3, NEMA WC 7, NEMA WC 8; neopren sau hypalon, rezistent la menținerea și propagarea focului (flăcării), nehidrosopic, rezistent la coroziune, antiabraziv, flexibil rezistent la uleiuri și lubrefianți, rezistent la razele solare, la praf, la umezeală, la acizi, la chimicale, diluanți;
- indicarea grosimii minime a stratului izolator exterior;
- secțiunea conductorului, mm<sup>2</sup>;
- tensiunea maximă de funcționare;
- temperatura maximă de funcționare;
- utilizarea codului culorilor pentru funcțiile conductoarelor și a învelișurilor intermediare și exterior, conform normativelor NEMA 8 (ICEA S-68-516);
- greutatea /ml;
- puritatea cuprului (aluminiului) utilizat pentru conductor;

- proba de verificare a continuității conductorului electric;
- fiecare conductor are înveliș izolant propriu;
- probe de fabrică în concordanță cu cerințele normativelor NEMA WC 3, (ICEA S-19-81), NEMA WC 7 (ICEA S -66-524), NEMA WC 8 (ICEA S -68-516);
- modul de instalare cu indicarea distanțelor de fixare succesive, pe trasee orizontale și verticale, separat;
- cablurile nu vor fi târâte pe suprafețe abrazive, sol, nisip, se vor folosi role de tragere și rulare, pentru lungimi mai mari de 50 m;
- se va respecta tensiunea la tragere și pozare, cea indicată de fabricant;
- distanța de sprijin între 2 puncte de sprijin succesive va fi de maximum 300 mm;
- raza de curbură admisă, va fi cea indicată de fabricant, nu mai mică de 40 % din diametrul exterior al cablului;
- execuția capului terminal este în concordanță cu tehnologia indicată de fabricant sau unitatea de montaj;
- marcarea cablurilor se face cu etichete conform normativului PE 109/03; amplasarea etichetelor se face conform cerințelor din normativ, și anume de o parte și de alta a unui perete despărțitor, la trecerea prin planșee, dedesubtul și deasupra planșeului, la intersecții, din 25 în 25 de m pe traseele drepte, fără ramificații sau despărțiri.
- măsuri de propagare a flăcării și focului se iau conform normativului PE 109/03, prin execuția de bariere anti-foc, dopuri ignifuge, montate la distanțe normate de 25 ml, pe traseele drepte și la toate intersecțiile de trasee de cabluri; se respectă distanța de minimum 300 mm, pe verticală, între trasee cu cabluri de tensiuni diferite; dacă condițiile de gabarit nu permit, se pun ecrane de protecție.

**Probe pentru cabluri**, conform normativ PE 100/03, înainte și după montare, înainte de predarea la beneficiar:

- verificarea continuității conductorului;
- verificarea integrității izolației;
- inspecția vizuală a aspectului exterior cablului;
- proba cu tensiune mărită;
- întocmirea buletinelor de probe.

Notă: am indicat în general norme americane, care sunt mai drastice decât cele europene, pentru a avea o siguranță mai mare în funcționare.

#### **Condiții pentru conducte și rezervoare de stocare a apei**

Pentru instalații termice care utilizează circuite de apă încălzită se vor indica datele tehnice și caracteristicile pe care trebuie să le îndeplinească materialele din care se confecționează conductele schimbătorului de căldură și a conductelor de legătură dintre componentele de producere a apei calde și consumatorii de apă caldă.

Dacă instalația funcționează sub presiune se vor prevedea materiale speciale. Dacă sunt variații mari de temperaturi în diferite faze de funcționare a