



CHAPTER-10 Energy Audit (ऊर्जा लेखा परीक्षा)

Energy Audit (ऊर्जा लेखा -परीक्षा)

ऊर्जा लेखा परीक्षा एक गहरा अध्ययन है, जो ऊर्जा का उपयोग कैसे, कहाँ और किस तरह परिवर्तित होगा, का ऊर्जा उपयोग घटाने के अवसर प्रदान करती है। यह कटौतियों को प्रायोगिक विधि से कार्यचि करने तकनीकी योजना का निर्धारण करती है।

ऊर्जा संरक्षण अधिनियम 2001 के अनुसार, "ऊर्जा के उपयोग का ऐसा ऊर्जा सत्यापन, निगरानी और विश्लेषण आपमें ऊर्जा खपत को घटाने की कार्यविधि, ऊर्जा क्षमता को उन्नत करने से लाभ विश्लेषण सहित संस्तुति की तकनीकी रिपोर्ट का विवरण हो, लेखा परीक्षा कहलाती है।" अन्य शब्दों में, औद्योगिक खपत और अपव्यय को एक व्यवस्थित ढंग से निगरानी (monitoring) करना ही ऊर्जा लेखा परीक्षा है। ऊर्जा लेखा परीक्षा वित्तीय लेखा परीक्षा के समान होती है इसमें क्षेत्र सर्वेक्षण और विश्लेषण का संक्षिप्त विवरण होता है।

ऊर्जा लेखा-परीक्षा की आवश्यकता (Need of Energy Audit)

ऊर्जा लेखा परीक्षा मौजूद संसाधनों की कुशल उपयोग में वृद्धि करती है। किसी भी उद्योग में वस्तु, मजदूर और मुख्य संचालित खर्चे हैं। किसी भी उत्पाद और प्रक्रिया में ऊर्जा की लागत निर्धारण एक मुख्य घटक है। ऊर्जा लेखा-परीक्षा की आवश्यकता के निम्नलिखित कारण हैं-

- (1) विशेष क्रिया और उत्पाद में विशिष्ट तरह की ऊर्जा और ईंधन के उपयोग को समझना,
- (ii) विभिन्न ऊर्जा स्रोतों की लागत और मात्रा को पहचानना,
- (iii) विभिन्न स्तरों पर होने वाली ऊर्जा खपत को पहचानना,
- (iv) ऊर्जा निवेश (input) और उत्पादन निर्गत (output) संबंधित अपव्यय की तरफ ध्यान आकर्षित करना,
- (v) ऊर्जा के अवसरों को सुधारने और ऊर्जा के कुशल मापों की संस्तुति को पहचानना,



ऊर्जा लेखा परीक्षा का वर्गीकरण (Classification of Energy Audit)

ऊर्जा लेखा परीक्षा निम्नलिखित तीन प्रकार की होती है-

1. **प्राथमिक लेखा परीक्षा (Priliminray Audit)-** प्राथमिक लेखा परीक्षा सबसे सस्ती होती है और यह ऊर्जा बचाने की प्राथमिक संभावनाओं की पहचान करती है। यह एक आंखों देखा निरीक्षण है जो कि प्रदान की गई सुविधा के आधार पर महत्वपूर्ण जानकारी देती है और आगे विस्तृत विश्लेषण का रास्ता दिखाती है। इसे साधारण लेखा परीक्षा भी कहते हैं।
2. **सामान्य लेखा परीक्षा (General Audit)** इस प्रकार की लेखा परीक्षा में ऊर्जा के उपयोग और हानियों की मात्रा ज्ञात करने के लिए परीक्षण और मापन (measurement) की आवश्यकता होती है। यह आर्थिक परिवर्तन को भी निर्धारित करती है। इस प्रकार की लेखा परीक्षा को लघु (mini) लेखा परीक्षा भी कहते हैं।
3. **विस्तृत लेखा-परीक्षा (Detailed Audit)** इस प्रकार की लेखा परीक्षा में प्रकाशन, प्रक्रिया आदि की ऊर्जा खपत और उनके आकलन के कार्य आते हैं। इसमें नमूना विश्लेषण की आवश्यकता होती है। इसमें ऊर्जा के उपयोग किये जाने के ढंग और पूर्वानुमान को वार्षिक चक्र के आधार पर कम्प्यूटर अनुरूपक द्वारा निर्धारित किया जाता है।

ऊर्जा लेखा परीक्षा का वर्गीकरण निम्नलिखित आधार पर भी होता है

(1) **कार्य के आधार पर (On the Basis of Function)** तापन, संवातन और वायु शीतलन, प्रकाशन, वायु वर्गीकरण, भाप उत्पादन और भाप वितरण आदि कार्य इनके अन्तर्गत आते हैं। कार्य लेखा परीक्षा द्वारा किसी विशेष कार्य और ऊर्जा बचत की संभावना के लिए आवश्यक ऊर्जा की मात्रा को निर्धारित किया जाता है।

(2) **प्रक्रिया के आधार पर (On the Basis of Process)** तापन और शीतलन नामक दो प्रक्रियाएँ इनके अन्तर्गत आती हैं। इन प्रक्रियाओं के द्वारा किसी विशेष प्रक्रिया और ऊर्जा बचत में आवश्यक ऊर्जा की मात्रा (quantity) निर्धारित की जाती है।

(3) **उपयोगिता के आधार पर (On the Basis of Utilities)** बायलर हाउस, स्टोर ऑफिस कार्य, कर्मशाला का रख-रखाव, औजार घर, शक्ति घर आदि इसके अन्तर्गत आते हैं। उपयोगिता लेखा परीक्षा द्वारा किसी उपयोगिता और ऊर्जा बचत की संभावना में उपयोगी ऊर्जा की मात्रा को निर्धारित किया जाता है।



(4) सीमा क्षेत्र के आधार पर (On the Basis of Coverage) – इसके अन्तर्गत निम्नलिखित दो तरह की लेखा परीक्षा आती हैं-

बृहत् स्तरीय ऊर्जा लेखा-परीक्षा के अन्तर्गत विभिन्न प्रक्रियाओं, कार्य और ऊर्जा बचत की प्रचुर संभावनाओं को पहचाना जाता है। इस प्रकार की लेखा परीक्षा में 2-3 दिन का समय लगता है।

(ब) लघु स्तरीय ऊर्जा लेखा-परीक्षा में विभिन्न प्रक्रियाओं और कार्यों की गहराई से समीक्षा कर ऐसे विशेष क्षेत्रों की पहचान की जाती है जिसमें विशिष्ट सिफारिश और ध्यान की आवश्यकता हो। इस प्रकार की लेखा परीक्षा में 6-7 दिन का समय लगता है।

(5) एकत्रित सूचनाओं के आधार पर (On the Basis of Collected Information)- इसके अन्तर्गत भी अग्रलिखित दो प्रकार की लेखा परीक्षा आती हैं-

(अ) **बिलिंग लेखा-परीक्षा** का आधार बिलों द्वारा एकत्रित की गई जानकारी होती है। बिल में ऊर्जा उत्पादन और उपयोग की विस्तृत सूचना होती है। इस प्रकार की लेखा परीक्षा के अन्तर्गत सूचनाएँ सिर्फ बिल के माध्यम से आती हैं।

ब) **क्षेत्र लेखा परीक्षा** में जानकारी एकत्र करने के लिए वास्तविक घटना स्थल पर जाकर ऊर्जा उत्पादन, उपयोग एवं हानियों के विभिन्न चरणों का निरीक्षण करके गणना की जाती है। यह सुधार हेतु विशेष सिफारिश प्रदान करती है।

प्रारम्भिक ऊर्जा अंकेक्षण की कार्यप्रणाली Primary Energy Audit Methodology

प्रारम्भिक ऊर्जा अंकेक्षण तुलनात्मक रूप से एक तीव्र प्रक्रिया है, जिसके प्रमुख कार्य निम्न हैं-

- (1) किसी संस्था में ऊर्जा खपत को निर्धारित करना।
- (2) बचत की सम्भावना या अवसर का आकलन करना।
- (3) ऊर्जा बचत के मिलते-जुलते तथा आसान क्षेत्रों की पहचान करना।
- (4) ऊर्जा बचत के उन क्षेत्रों की पहचान करना जहाँ ऊर्जा में तुरन्त बचत (कम या नगण्य लागत पर) की जा सकती है।
- (5) सन्दर्भ बिन्दु (reference point) का निर्धारण करना।
- (6) ज्यादा विस्तृत अध्ययन/मापन वाले क्षेत्रों की पहचान करना।
- (7) प्रारम्भिक ऊर्जा अंकेक्षण में मौजूदा तथा आसानी से प्राप्त होने वाले डेटा का प्रयोग करना।



विस्तृत ऊर्जा अंकेक्षण की कार्यप्रणाली (Detailed Energy Audit Methodology)

एक विस्तृत ऊर्जा अंकेक्षण, किसी सुविधा के लिए ऊर्जा योजना को अमल में लाने का तरीका बताता है। इस अंकेक्षण द्वारा ऊर्जा बचत तथा लागत का बिल्कुल सही आकलन किया जा सकता है। विस्तृत ऊर्जा अंकेक्षण में, ऊर्जा सन्तुलन भी इसके मुख्य अवयवों में से एक है। यह ऊर्जा प्रयोग करने वाली प्रणालियों, धारा प्रचालित परिस्थितियों की पूर्व धारणा तथा ऊर्जा उपयोग की गणनाओं की विस्तृत सूची (inventory) पर आधारित है। इस अनुमानित ऊर्जा उपयोग की तुलना यूटिलिटी बिल चार्जज से की जाती है। विस्तृत ऊर्जा अंकेक्षण निम्न तीन चरणों में किया जाता है-

प्रथम चरण- अंकेक्षण से पूर्व का चरण

द्वितीय चरण- अंकेक्षण के दौरान का चरण

तृतीय चरण- अंकेक्षण के बाद का चरण

भवन के लिये ऊर्जा लेखा परीक्षा कार्यविधि (Working Method of Energy Audit for Building)

भवन में ऊर्जा संरक्षण सम्बन्धित कुछ संभावनाएँ होती हैं। भवन का निर्माण ऊर्जा संरक्षण भवन कोड के अनुसार होना चाहिए। भवन निर्माण में ऊर्जा संरक्षण के नियम और मानकों को क्रियान्वित करना चाहिए। भवन में ऊर्जा लेखा-परीक्षा की कार्यविधि के निम्नलिखित चरण हैं-

(1) **दौरा (Visit)** विभिन्न वस्तुओं, क्रियाकलापों (activities) और मुख्य ऊर्जा खपत करने वाली प्रणालियों को पहचानने के लिए भवन का दौरा करना चाहिए इसके अन्तर्गत वास्तुकला (architecture) सम्बन्धित, रोशनी (lighting), शक्ति वातानुकूलन और ऊर्जा प्रणालियों की विधि आती हैं।

(2) **निरीक्षण और दस्तावेज समीक्षा (Inspection and Document Review)** प्राथमिक दौरे में भवन के प्रतिनिधियों के समक्ष उपलब्ध दस्तावेजों की समीक्षा करनी चाहिए। इस प्रकार के दस्तावेजों में वास्तुकला और अभियांत्रिकी योजनाओं, रख-रखाव की विधियों, भवन सञ्चालन और पिछले तीन सालों के बिजली के बिलों की समस्त जानकारी उपलब्ध होनी चाहिए।

(3) **उपयोगिता विश्लेषण (Utility Analysis)** यह पिछले 12 से 36 महीनों के ऊर्जा बिलों की विस्तृत समीक्षा होती है। ऊर्जा संरक्षण और खपत अभिलक्षणों के प्रदर्शनों का उपयोग कर और उपयोगिता बिलों का विस्तृत विश्लेषण कर ऊर्जा आपूर्ति के अनुकूल विकल्प (option) को पहचानना चाहिए।

(4) **ऊर्जा संरक्षण उपायों की व्यवहार्यता का आकलन करना (Evaluate the Feasible Energy Conservation Measures)** ऊर्जा लेखा-परशा आकलन करना प्रकार का परिवर्तन आते हैं। विस्तृत आर्थिक विश्लेषण कर आवश्यक बड़े परिवर्तनों को करनी चाहिए एवं सरल, शीघ्र भुगतान कर छोटे परिवर्तन को करना चाहिए। ऊर्जा संरक्षण के उपायों की सूची को विकसित कर भवन प्रतिनिधियों से समीक्षा करानी चाहिए।



(5) **आर्थिक विश्लेषण (Economic Analysis)** लेखा परीक्षा के दौरान एकत्रित सूचनाओं को संशोधित और विश्लेषित करना चाहिए। लेखा परीक्षक को कार्यान्वयन लागत, ऊर्जा बचत और साधारण ऊर्जा संरक्षण के उपायों को खोजना चाहिए।

(6) **लेखा परीक्षा की रिपोर्ट बनाना (Prepare the Audit Report)**- अंतिम परिणाम की जानकारीयों और सिफारिशों का संक्षिप्तीकरण करना चाहिए , इस विवरण में भवन कि समस्त मुख्य ऊर्जा खपत की प्रणालियों का वर्णन होना चाहिए। ऊर्जा प्रभाव (impact), कार्यान्वयन लागत के लाभ और वापसी के समस्त अनुशंसित उपायों का वर्णन होना चाहिए।

(7) **अनुशंसाओं की समीक्षा (Review of Recommendations)** - अन्तिम अनुशंसाओं की औपचारिक व्याख्या को भवन प्रतिनिधियों के समक्ष प्रस्तुत करना चाहिए। लाभों और लागतों के उपलब्ध विवरणों के आधार पर ऊर्जा संरक्षण के उपायों को कार्यान्वित करने का निर्णय लेना चाहिए।

10112.....

10113.....

3. Input Energy to Other Zones

Ctg. (as example)	Elect. B	Petrol C	Diesel B	Fuel B	Lub. B	Heat C	Coal C	Wood C
-------------------	----------	----------	----------	--------	--------	--------	--------	--------

Zone No.

3001.....

3002.....

C. OUTPUT

4. Output Energy From Each Main Plant (Yes or No)

Ctg. (as example)	Elect. A	Petrol Nil	Diesel Nil	Fuel A	Lub. B	Heat B	Coal C	Wood Nil
-------------------	----------	------------	------------	--------	--------	--------	--------	----------

Plant No.

1011.....

1012.....

1013.....

5. Output Energy From Each Auxiliary (Yes or No)

Ctg. (as example)	Elect.	Petrol	Diesel	Fuel	Lub.	Heat	Coal	Wood	Consumable
-------------------	--------	--------	--------	------	------	------	------	------	------------

Aux. No.

10111.....

10112.....

6. Output Energy to Other Zones (Yes or No)

Ctg. (as example)	Elect.	Petrol	Diesel	Fuel	Lub.	Heat	Coal	Wood
-------------------	--------	--------	--------	------	------	------	------	------

Zone No.

3001.....

3002.....

*Ctg.—Category

D. RECOMMENDATIONS FOR ENERGY SAVING & IMPROVED PRODUCTIVITY

S.No.	Energy Type	Main Plant	Aux. Plant	Other Zone
1.	Cold influx			
2.	Heat outflux			
3.	Thermal losses			
4.	Waste			

5.	Electricity 5.1 Power factor 5.2 Peak demand 5.3 Consumption		
6.	Operating cycle		
7.	Revised energy source		
8.	Waste recycling		
9.	Waste reuse		
10.	Reduced setting		
11.	Introduce automation		
12.	Creative suggestions		

Summary of Recommendations Recommendation का सारांश A, B तथा C तीन श्रेणियों (categories) में दिया जाता है—

- Category A** प्रमुख ऊर्जा संरक्षण अवसरों (major energy conservation opportunity; ECO) से सम्बन्धित है जिससे महत्वपूर्ण ऊर्जा संरक्षण की अनुकूलता (significant energy conservation opportunity) प्राप्त होती है। उदाहरणतया प्रकाशीय व्यवस्था (illumination system) के लिए दी जाने वाली वोल्टेज सप्लाय को विलग (isolated) स्टेप डाउन ट्रांसफॉर्मर की टैप व्यवस्था को रिड्यूज्ड टैप सेटिंग पर ले जाकर कम करके, प्रकाशीय व्यवस्था में होने वाली ऊर्जा खपत (consumption) को 20% तक कम (reduce) किया जा सकता है। प्रगलन भट्ठी (melting furnace) को चार्जिंग (charging) देने के लिए प्रिहीटिड स्क्रेप का प्रयोग करने से, प्रगलन प्रणाली (melting system) के कारण होने वाले ऊर्जा खपत (consumption) को 50% तक घटाया जा सकता है।
- Category B (Medium ECO)** यह श्रेणी मध्यम ऊर्जा संरक्षण अवसर (medium energy conservation opportunities) से सम्बन्धित है, जिसमें,
 - अतिरिक्त संयन्त्रों (auxiliary plants) की पुनर्निर्धारित स्टार्टिंग (rescheduled starting) इस प्रकार की जाती है, जिससे शिखर माँग (peak demand) कम (reduce) हो सके। वैद्युत के लिए खर्च होने वाले peak MVA भुगतान की 5% तक बचत हो जाती है।
 - Extending lengths वाले ग्रेफाइट इलेक्ट्रोडों को समुचित रूप से प्रयोग करने पर 3% तक वैद्युत ऊर्जा बचाई जा सकती है।
- Category C (Minor ECO)** यह श्रेणी निम्न विधियों से ऊर्जा बचत को प्रोत्साहित करती है।
 - प्रकाशीय व्यवस्था को on/off करने के लिए स्वचालित प्रकाशीय नियन्त्रण व्यवस्था (automatic lighting control) का प्रयोग करना।
 - गर्म जल की प्राप्ति हेतु सौर पैनलों (solar panels) का प्रयोग करना।
 - उड़ने वाल व्यर्थ राख (fly ash) को एकत्र करके इसे सीमेन्ट इण्डस्ट्री एवं ईट निर्माताओं को बेचकर आर्थिक लाभ को बढ़ाया जा सकता है।

प्रश्न 7. किसी व्यावसायिक इमारत के ऊर्जा प्रक्रम के विश्लेषण के लिए लघु ऑडिट (mini audit) के निष्पादन प्रारूप का चित्रण कीजिए।

उत्तर MINI ENERGY AUDIT FORM FOR COMMERCIAL BUILDINGS SUCH AS HOTEL

Short Audit Form

Hotel

Name : _____

Address : _____

Owner of the buildings

Contractor : Other :

Contact person for energy systems : _____

Telephone number : _____

Main Characteristics

This short audit form is used to identify the hotel characteristics and electrical, heating, cooling and domestic hot water systems installed.

Known future changes in installations and/or energy use, etc. can be noted separately.

Type (Related to guests)

Business : Tourism :

Occupation

Occupation rate, % _____

Class (related to quality)

Highest (5*) High (4*) Average (3*)

Size

Number of rooms : _____ Average room size, m² : _____

Total covered area, m² : _____

Public eneral service and service area, m² : _____

Special service

Climate cooling : Total size of climatized areas : _____

Swimming pool : Area, m² : _____ Period of use : _____

Restaurant : Places : _____ Use of non guests : _____

Average meals/month : _____

Laundry : Yes No

Energy Sources, Primary Energy Bought (used) Per Year, MWh

Energy	Energy per year, MWh
Electricity	
District heating	
Light oil	
Natural gas	
Others	

Use of water, per year

Use of water, total m³ : _____

There of, for domestic hot water, m³ : _____

Climate according to geographical location, just for internal use

Heating degree-days : _____

Outside average temperature in summer : _____

Energy Data

Electricity : The following information can usually be found on your electricity bills.

Installed electrical power, kW : _____

Electrical demand (max demand), kW : _____

Electricity consumption :

Month	Demand kW	Consumption kWh
Jan.		
Feb.		
Mar.		
Apr.		
May		
Jun.		
Jul.		
Aug.		
Sep.		
Oct.		
Nov.		
Dec.		
Total		

Installed systems within the hotel, electrical power by end use/equipment.

(HVAC; Swimming pool heater; Domestic hot water; Climate cooling, Refrigerator, etc.)

Unit No.	Heating, cooling, water and electrical system	Power in kWe	Installed year	Used for:	Meters installed Yes/No
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					

Thermal energy consumption for the year

Installed thermal power (total), kW :

Installed power by end use/equipment, kW :

(HVAC; Swimming pool heater, Domestic hot water, etc.)

1st Thermal energy source:

Energy source : _____ Unit : _____

Produced energy used for : _____

Month consumption, MWh:

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.

Total consumption, MWh : _____

2nd Thermal energy source :

Energy source : _____ Unit : _____

Produced energy used for : _____

Month consumption, MWh :

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.

Total consumption, MWh : _____

3rd Thermal energy source:

Energy source : _____ Unit : _____

Energy used for : _____

Month consumption, MWh:

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.
Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.

Total consumption, MWh : _____

प्रश्न 8. किसी संयंत्र के लिए विस्तृत ऑडिट करने के लिए तैयार की जाने वाली रूपरेखा पर प्रकाश डालिए।
उत्तर विस्तृत ऊर्जा ऑडिट (detailed energy audit) के लिए format का प्रारूप

Report on Detailed Energy Audit

Table on Contents

(I) Acknowledgment

(II) Executive summary

Energy audit options at a glance and recommendations