सोलर वाटर हीटर टेक्नीशियन के लिए प्रशिक्षण मैन्युअल

ग्रीनटेक नॉलेज सौल्युशंस प्राइवेट लिमिटेड
नई दिल्ली

UNDP/GEF ग्लोबल सोलर वाटर हीटिंग प्रोजेक्ट
नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय
भारत सरकार

जनवरी, 2012

सत्यमेव जयते
MNRE

UNDP INDIA

gef

GREENTECH
knowledge solutions

प्रस्तावना

UNDP/GEF के ग्लोबल सोलर वाटर हीटिंग प्रोजेक्ट के अंतर्गत हिमालयन क्षेत्र में सोलर वाटर हीटर मार्केट डेवलपमेंट का प्रोग्राम सन् 2011 में चलाया गया। इस प्रोग्राम का मुख्य लक्ष्य हिमालयन क्षेत्र में सोलर वाटर हीटर के मार्केट के विस्तार को गति प्रदान करना था। इस प्रोग्राम के अंतर्गत इन्सटॉलर एवं टैक्निशियन के प्रशिक्षण हेतु इस मैन्युअल का विकास किया गया है ताकि हिमालयन क्षेत्र में सोलर वाटर हीटर के इन्सटॉलेशन एवं सर्विस का नेटवर्क सुदृढ़ हो सके। यह मैन्युअल सोलर वाटर हीटिंग सिस्टम की तकनीक, कम्पोनेंटस, इन्सटॉलेशन एवं रख–रखाव से जुड़ी अहम जानकारियों पर प्रकाश डालता है।

TEAM

Greentech Knowledge Solutions Pvt. Ltd.

Dr. Sameer Maithel

Mr. Prashant Bhanware

Mr. Dheeraj Lalchandani

Mr. Sonal Kumar

Mr. Richard Sequeira

Mr. Arif Abbas

***Partner organisations*:**

NB Institute for Rural Technology

HIMCON Himachal Consultancy Organization Ltd

SCALE Society to Create Awareness towards Life and Environment ISO 9001:2008

Society to Create Awareness towards Life & Environment

Cover page picture: Courtesy Vatsalyam Enterprises, Shimla

विषय सूची:

1. गर्म पानी का उपयोग 4
2. पानी गर्म करने के लिए पारंपरिक तरीके 5
3. सौर ऊर्जा: एक विकल्प 6
4. सोलर वॉटर हीटर : गर्म पानी के लिए एक विकल्प 6
5. सोलर वॉटर हीटर : उपयोग 7
6. सोलर वॉटर हीटर के काम करने का सिद्वांत 8
7. सोलर वॉटर हीटर : कम्पोनैंटस
   - कलैक्टर 9
   - स्टोरेज टैंक 9
   - पाईपिंग 10
8. फ्लैट प्लेट कलैक्टर 10
9. इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर 13
10. टेक्नोलॉजी में तुलना: 15
11. सिस्टम के प्रकार 15
12. सिस्टम स्थापित करने के प्रमुख बिन्दु 16
13. स्टोरेज टैंक 19
14. ठंडे पानी की टंकी 22
15. वेंट पाइप 23
16. ठंडे पानी की इनलेट लाइन 24
17. इन्टरनल पाईपिंग 24
18. गर्म पानी के वितरण का पाइप 25
19. कलैक्टर की माउन्टिंग 27
20. बैक–अप हीटिंग 28
21. सर्कुलेशन पम्प 28
22. नॉन रिटर्न वाल्व 28
23. गेट वॉल्व और ड्रेन वॉल्व 28
24. कंट्रोल युनिट और सेन्सर 28
25. समस्या एवं समाधान 29

गर्म पानी का उपयोग

गर्म पानी का उपयोग मुख्य रूप से घरों, होटलों, अस्पतालों, होस्टलों और इंडस्ट्रीज में होता है। आमतौर पर नहाने, कपड़े धोने और रसोईघर में गर्म पानी की जरुरत होती है। अस्पतालों में गर्म पानी का उपयोग उपकरणों की साफ़-सफाई के लिए भी होता है। विभिन्न इंडस्ट्रीज में भी अलग-अलग एप्लीकेशंस के आवश्यकतानुसार गर्म पानी का उपयोग होता है।

गर्म पानी की कितनी मात्रा की आवश्यकता होगी, ये उसके उपयोग पर निर्भर करता है। विभिन्न एप्लीकेशंस के लिए गर्म पानी की आवश्यकता अनुमानतः निम्न प्रकार से होती है:

i) घरेलू उपयोग:

- बाथरूम

20 – 80 लीटर/दिन/व्यक्ति *

- रसोईघर

2 – 20 लीटर/दिन/व्यक्ति*

- कपड़े धोना

2 – 10 लीटर/दिन/व्यक्ति*

* गर्म पानी की मात्रा 40° C पर

ii) व्यवसायिक उपयोग:

- होटल

50 – 600 लीटर/दिन/व्यक्ति*

- अस्पताल

30 – 300 लीटर/दिन/व्यक्ति*

- होस्टल

20 – 40 लीटर/दिन/व्यक्ति*

* गर्म पानी की मात्रा 40° C पर

पानी गर्म करने के पारंपरिक तरीके

- इलेक्ट्रिक गीजर :
  - सबसे व्यापक रूप से इस्तेमाल होता है।
  - कई प्रकार और आकार में उपलब्ध होता है।

- एल0 पी0 जी0 गीजर
  - रसोई गैस पर काम करता है।
  - तुरंत गर्म पानी उपलब्ध करता है।

- एलपीजी गैस स्टोव

- किरोसीन का स्टोव

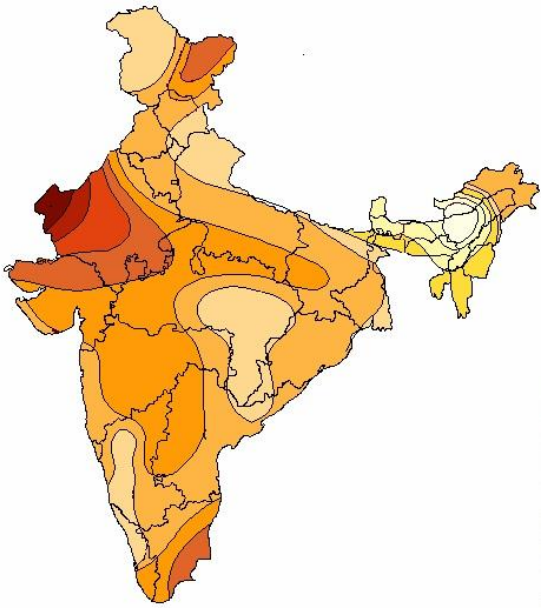
- चूल्हा

बड़े सिस्टम (व्यावसायिक उपयोगों के लिए):

- बॉयलर
  - भाप का उत्पादन करता है
  - फर्नेस तेल/डीजल/कोयला की खपत से चलता है

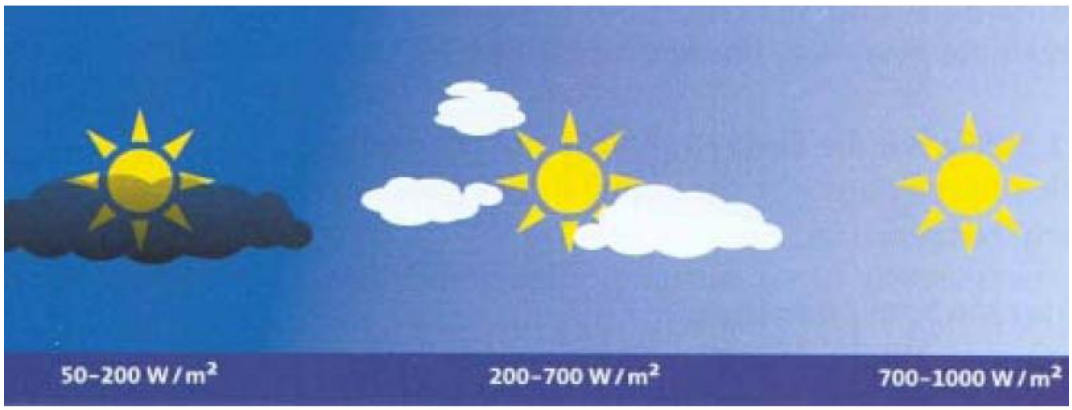
- गर्म पानी का जनरेटर
  - गर्म पानी का उत्पादन करता है
  - डीजल की खपत से चलता है

सौर ऊर्जा: एक विकल्प



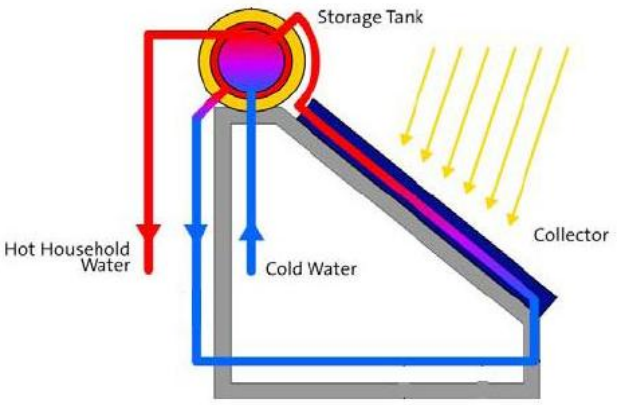
सौर उर्जा, उर्जा का प्राथमिक और प्राकृतिक स्रोत है। यह उर्जा का सबसे आसानी से उपलब्ध स्रोत है। सौर उर्जा सूर्य से रेडिएशन के रूप में निकलती है और पृथ्वी तक पहुंचती है। पृथ्वी पर प्राप्त होने वाली सोलर रेडिएशन की मात्रा अलग - अलग स्थान पर अलग - अलग होती है। भारत में अलग - अलग स्थानों पर प्राप्त होने वाली सोलर रेडिएशन कि मात्रा कैसे बदलती है, यह बगल में दिए गए मानचित्र में दिखाया गया है। गहरा रंग अधिक उर्जा को दर्शाता है और हल्का रंग कम उर्जा को दर्शाता है।

सोलर रेडिएशन पर मौसम कि स्थिति का भी प्रभाव पड़ता है। जब आसमान पूरी तरह साफ होता है तब सबसे अधिक सोलर रेडिएशन प्राप्त होती है। जब आसमान में घने बादल छाए रहते हैं बहुत ही कम सोलर रेडिएशन प्राप्त होती है।



सोलर वॉटर हीटर: गर्म पानी के लिए एक समाधान/उपाय

सोलर वाटर हीटर पानी गर्म करने के लिए सौर उर्जा का उपयोग करता है। इसमें किसी भी तरह के ईंधन कि खपत नहीं होती। यह सोलर रेडिएशन में मौजूद गर्मी को सोख कर उसे पानी में ट्रांसफर कर देता है जिससे पानी गर्म हो जाता है।



सोलर वॉटर हीटर: उपयोग

सोलर वाटर हीटर का उपयोग घरों, होटलों, अस्पतालों, होस्टलों और इंडस्ट्रीज, सभी जगहों पर हो सकता है। सोलर वाटर हीटर के उपयोग के कुछ उदहारण नीचे दिखाए गए हैं:

मनाली होटल
(स्रोतः Inter Solar Systems Pvt Ltd)

शिमला होटल
(स्रोतः Vatsalyam Enterprises, Shimla)

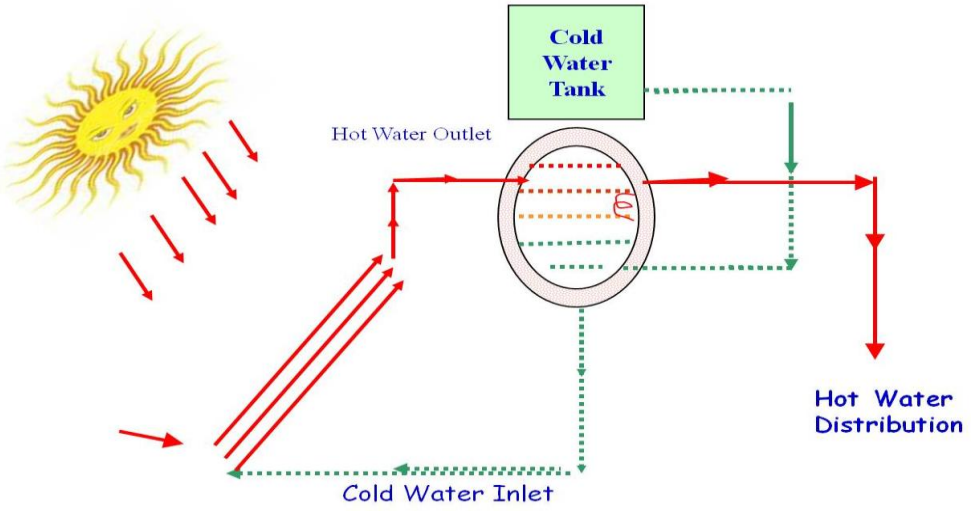
घर और बहुमंजिला इमारतें
(स्रोतः GKS)

होस्टल
(स्रोतः GKS)

अस्पताल
(स्रोतः GKS)

इंडस्ट्रीज
(स्रोतः Inter Solar Systems Pvt Ltd)

सोलर वॉटर हीटर के काम करने का सिद्धांत



सोलर वाटर हीटर के काम करने का बुनियादी सिद्धांत यह है कि पानी एक सोलर कलैक्टर अथवा सौर पैनलों में से होकर गुजरता है जो पानी को गर्म करते हैं। सोलर कलैक्टर अथवा पैनल सोलर रेडिएशन की गर्मी का प्रयोग पानी को गर्म करने के लिए करते हैं। इसके बाद गर्म पानी एक इन्सुलेटेड स्टोरेज टैंक में चला जाता है जोकि पानी को बाद के प्रयोग के लिए गर्म बनाए रखता है।

यह सिस्टम दो प्रकार से काम करता हैः फोर्स्ड फ्लो सिस्टम और थर्मोसायफन सिस्टम। फोर्स्ड फ्लो सिस्टम में पानी को पैनलों अथवा पैनलों से भंडारण टंकी में भेजने के लिए पंप का प्रयोग होता है। यह सिस्टम आमतौर पर बड़ी क्षमता के सोलर वाटर हीटर के लिए प्रयोग किया जाता है। थर्मोसायफन सिस्टम में पानी का प्रवाह तापमान में बदलाव के फलस्वरूप होने वाले घनत्व के अंतर के कारण होता है। गर्म पानी ठंडे पानी से हल्का होता है अतः अपने आप ऊपर की तरफ चला जाता है।

- सोलर वॉटर हीटर के काम:
  - कलैक्टर द्वारा सोलर रेडिएशन को सोखना
  - कलैक्टर में पानी का गर्म होना
  - इन्सुलेटेड स्टोरेज टैंक में गर्म पानी को रखना
  - गर्म पानी का वितरण

सोलर वॉटर हीटर के कम्पोनैंटस

एक सोलर वाटर हीटिंग सिस्टम में ये शामिल होते हैं (1) सोलर कलैक्टर (2) इन्सुलेटेड स्टोरेज टैंक जिसे कलैक्टर के पीछे ऊंचाई पर रखा जाता है; (3) गर्म पानी ले जाने वाली इन्सुलेटेड पाइप तथा (4) ठंडा पानी ले जाने वाले पाइप। यह सिस्टम आमतौर पर किसी छत या खुले स्थान पर स्थापित की जाती है, इसका कलैक्टर सूर्य की तरफ मुखातिब होता है तथा उसे एक सतत जल आपूर्ति के साथ जोड़ा जाता है।

1. कलैक्टर

सोलर रेडिएशन कलैक्टर के शीशे की सतह से पास होते हुए उसके नीचे स्थित मैटेरिअल पर पड़ती है और उसे गर्म कर देती है। शीशे की सतह गर्मी को वापस बाहर जाने से रोकती है। गर्मी को सोखने से भितरी मैटेरिअल का तापमान बढ जाता है जिससे ट्यूबों के अन्दर बह रहा पानी गर्म हो जाता है। आमतौर पर कलैक्टर दो प्रकार के होते हैं: फ्लैट प्लेट कलैक्टर और इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर।

फ्लैट प्लेट कलैक्टर

इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर

2. स्टोरेज टैंक (भंडारण टंकी)

चूंकि सूरज दिन के 24 घन्टे उपलब्ध नहीं रहता अतः रात के अथवा अगले दिन सुबह के उपयोग के लिए गर्म पानी को स्टोर करने की आवश्यकता होती है। पानी को गर्म रखने के लिए स्टोरेज टैंक का इन्सुलेशन किया जाता है।

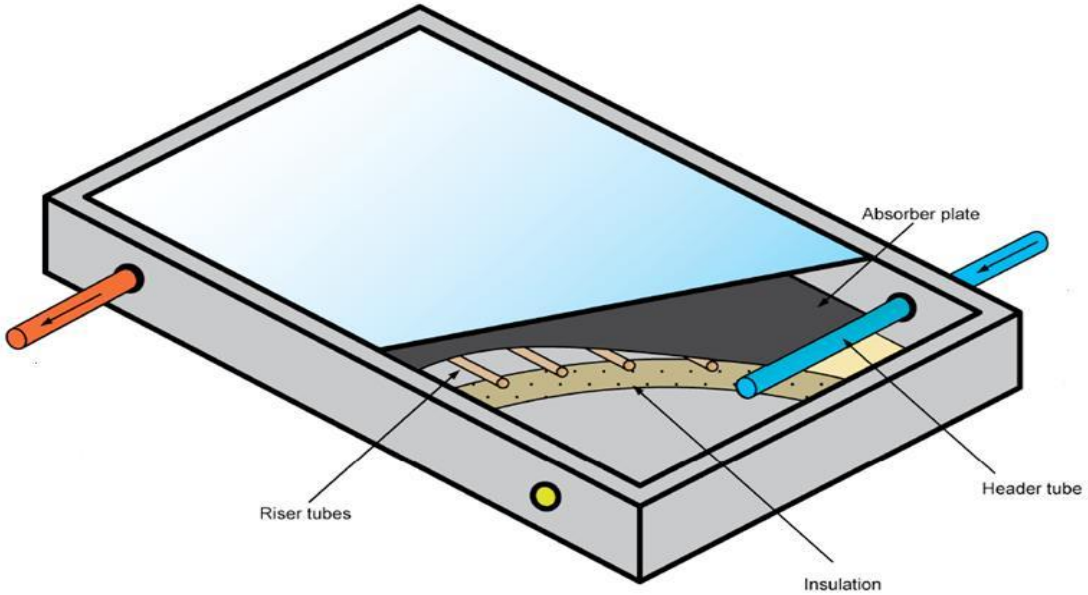
गर्म पानी स्टोरेज का टैंक

3. पाईपिंग

सोलर वाटर हीटर सिस्टम के विभिन्न कम्पोनेन्ट्स को जोड़ने के लिए तथा गर्म पानी को विभिन्न जगह सप्लाई करने के लिए पाइपलाइन की आवश्यकता होती है। पानी की गर्मी के नुकसान को कम करने के लिए पाइप का इन्सुलेशन किया जाता है।

Interconnection and Delivery (Source: Nuetech Solar System Pvt Ltd)

फ्लैट प्लेट कलैक्टर



Flat Plate Collector (Source: Training Course on Solar Technologies Volume 1: Solar Thermal Systems for Engineers)

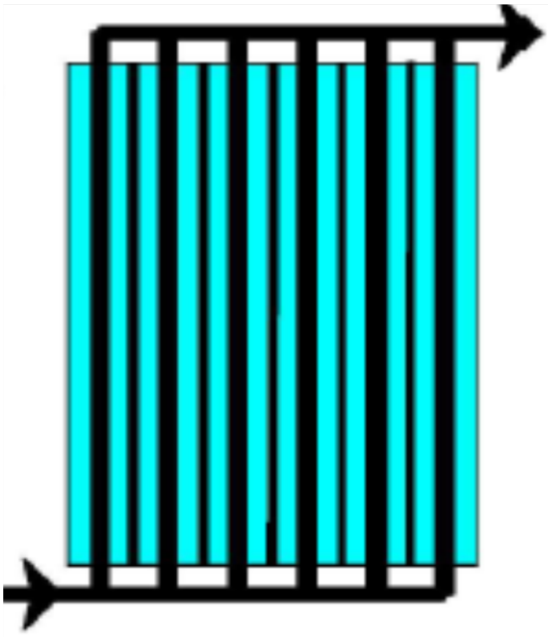
➢ **इसमें शामिल होते हैं :**

- सामने की ओर एक पारदर्शी कवर
- एक सौर ऊर्जा सोखने वाली प्लेट
- रायजर ट्यूब जो सोखने वाली प्लेट से जुड़ी होती है
- प्लेट के पीछे की ओर एक ईन्सुलेटेड बॉक्स होता है
- बाहरी कवर

➢ **निर्माण की सामग्री :**

- पारदर्शी कवर
  - शीशा, पारदर्शी सामग्री
- सोखने वाली प्लेट
  - तांबा, एल्यूमिनियम और स्टील
- रायजर ट्यूब
  - तांबा, एल्यूमिनियम और स्टील
- हैडर टयूब
  - तांबा, एल्यूमिनियम और स्टील
- प्लेट और रायजर ट्यूब की बाहरी कोटिंग
  - काले रंग का पेंट, स्लैक्टीव कोटिंग
- पीछे की ओर व साइड में इन्सुलेशन
  - ग्लास वुल, रॉक वुल, पी0यू0एफ0
  - कम से कम 25–50 mm मोटी परत
- बाहरी कवर
  - एल्यूमिनियम और स्टील

➢ **रायजर ट्यूब की व्यवस्था :**



Parallel Flow

➢ फ्लैट प्लेट कलैक्टर की कार्यप्रणाली :

पारदर्शी कवर सोलर रेडिएशन को अपने से पास होकर भीतर जाने देता है और भीतर की गर्मी को बाहर जाने से रोकता है।

फ्लैट प्लेट सोलर रेडिएशन को सोखती है।

फ्लैट प्लेट गर्मी को ट्युबों में चल रहे पानी में स्थानांतरण करती है।

गर्म पानी ऊपर आता है और एक इंसुलेटेड टैंक में जमा हो जाता है।

➢ हाई परफोरमेंस फ्लैट प्लेट कलैक्टर के गुण

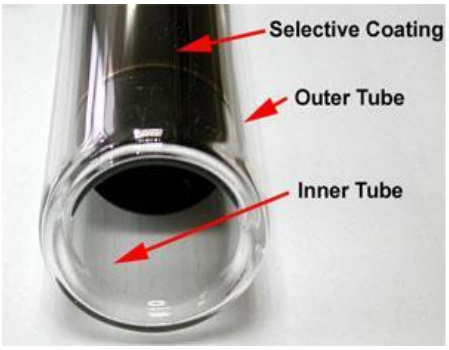
- अच्छी गुणवत्ता वाला पारदर्शी कवर: अधिकतम रेडिएशन को अपने से पास होते हुए भीतर जाने देता है और अन्दर की गर्मी को बाहर जाने से रोकता है।
- फ्लैट प्लेट पर सेलेक्टिव (चयनात्मक) कोटिंगः सोलर रेडिएशन को पूरी तरह से सोखता है।
- फ्लैट प्लेट की सामग्री अच्छे कन्डक्टर की होनी चाहिए जैसे कि तांबा जिससे पानी में गर्मी का स्थानांतरण अच्छे से हो सके।
- गर्मी के नुकसान को रोकने के लिए पीछे की ओर उचित इन्सुलेशन होना चाहिए।

➢ फ्लैट प्लेट कलैक्टर की क्षमता

2 वर्ग मीटर के एक कलैक्टर को आमतौर पर 100 LPD का सिस्टम कहते हैं। इससेः

- सामान्यतः 100 लीटर तक गर्म पानी प्रतिदिन मिलता है।
- पानी का तापमान मौसम और स्थान पर निर्भर करता है।
- एक 2 वर्ग मीटर कलैक्टर में 9 रायजर ट्यूब होती हैं।
- इसमें 1.5 से 2 लीटर पानी भरा रहता है।

इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर

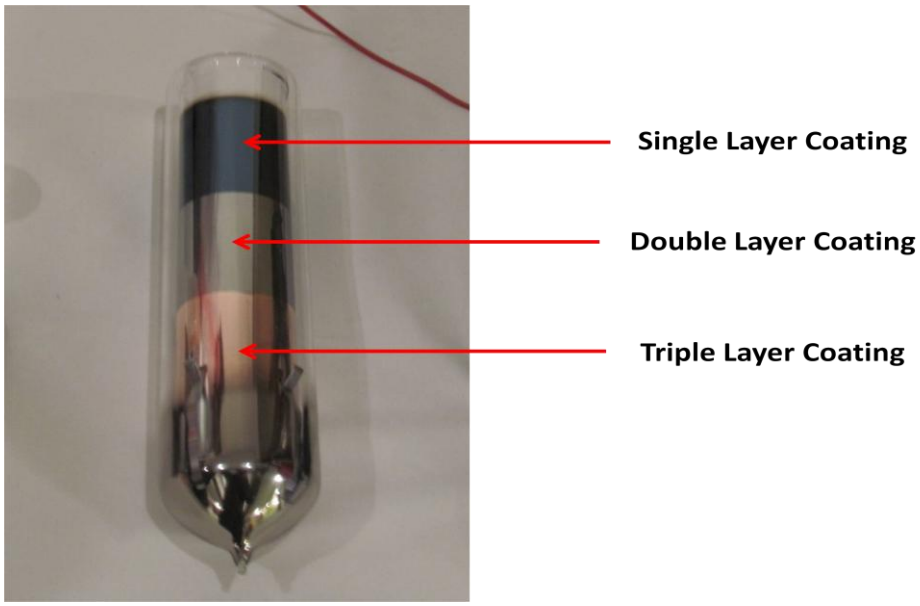


Evacuated tube collectors (Source: GKS)

- **इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर (ETC) में निहित होते हैं:–**
  - खोखली बेलनाकार पारदर्शी नली
  - बेलनाकार नली के भीतर ट्यूब
  - बेलनाकार नली के पीछे की ओर रिफ्लैक्टर (किसी किसी कलैक्टर में)
  - हैडर पाइप
  - भीतरी ट्यूब के बाहरी सतह पर कोटिंग: रेडिएशन को सोखने में मदद करती है।

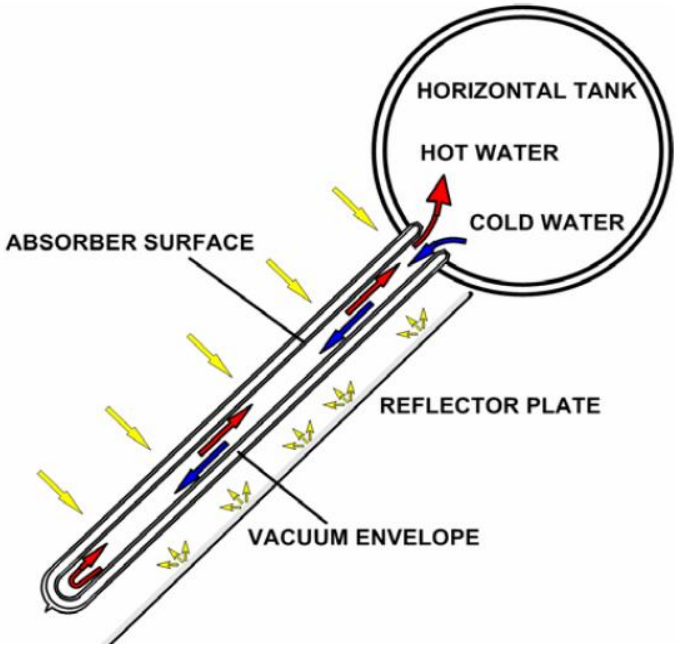
- **इवैक्यूएटेड ट्यूब कोटिंग :**

  अच्छे परिणाम के लिए तीन कोटिंग वाली ट्यूबों का प्रयोग किया जाना चाहिए।



Evacuated tube coatings (Source: GKS)

➢ इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर के काम करने का सिद्वांत



इवैक्यूएटेड ट्यूब सोलर रेडिएशन को अपने से पास होकर भीतर जाने देती है और भीतर की गर्मी को बाहर जाने से रोकती है।

भीतरी ट्यूबों पर कोटिंग सौर–विकिरण को सोखती है।
भीतरी ट्यूब उष्मा को ट्यूब के अन्दर पानी तक पहुँचाती है।

गर्म पानी ऊपर आता है और एक इंसुलेटेड टैंक में जमा हो जाता है।

➢ क्षमता – इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर सिस्टम

- आमतौर पर ट्यूब की लंबाई 1500 मिमी या 1800 मिमी होती है।
- एक 1.5 वर्ग मीटर के इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर सिस्टम:
  - इसमें 14–15 ट्यूब (1500मिमी)/10 ट्यूब (1800मिमी) होती हैं।
  - औसतन 100 लीटर गर्म पानी प्रतिदिन मिलता है।
  - प्रत्येक ट्यूब में 1.5–2 लीटर पानी भरा होता है।

टेक्नोलॉजी में तुलना

फ्लैट प्लेट कलैक्टर	इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर
थर्मल इन्सुलेशन इवैक्यूएटेड ट्यूब जितना अच्छा नहीं होता है अतः ठंडी जगह पर या अधिक तापमान वाले उपयोग में गर्मी का नुकसान थोड़ा ज्यादा होता है।	इवैक्यूएटेड ट्यूब में वैक्यूम के कारण थर्मल इन्सुलेशन अच्छा होता है अतः गर्मी का नुकसान कम होता है। इसीलिए ठंडी जगह पर या अधिक तापमान वाले उपयोग के लिए बेहतर होता है।
भारत में बनता है।	अधिकांशतः चीन से मंगवाया जाता है।
पानी की कठोरता के कारण स्केलिंग और चोकिंग की समस्या होती है।	स्केलिंग और चोकिंग की समस्या कम होती है।
भारी वजन होता है, उठाने में समस्या होती है लेकिन मजबूत होता है।	हल्का वजन होता है, लेकिन शॉक से टूटता है।
BIS स्टैंडर्ड उपलब्ध है।	BIS स्टैंडर्ड उपलब्ध नहीं है।
जीवन क्षमता 15–20 साल तक होती है।	जीवन क्षमता उत्पाद की गुणवत्ता पर निर्भर करती है, भारतीय कंडीशन में कोई निश्चित प्रमाण उपलब्ध नहीं हैं।

- जिन क्षेत्रों (पर्वतीय क्षेत्र) में बंदर होते हैं, वहां इन सिस्टम का उपयोग उचित जाली के साथ करना चाहिए।

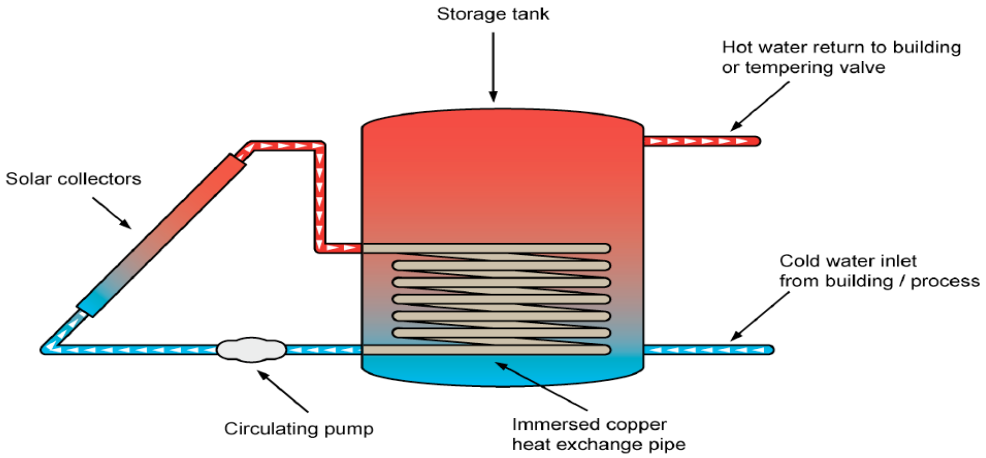
जाली का उपयोग (Source: GKS)

सिस्टम के प्रकार

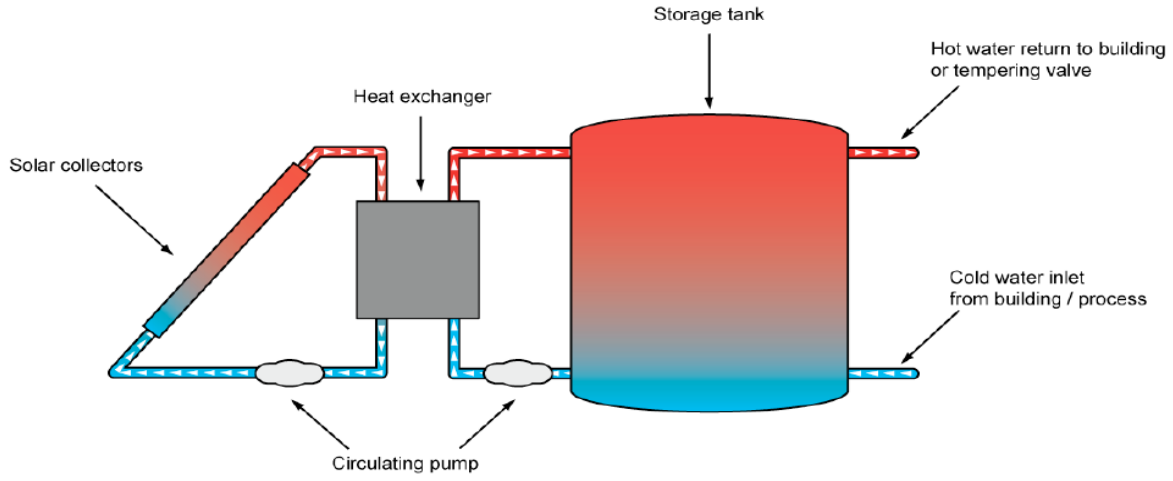
- **डायरेक्ट सिस्टमः** गर्म करने के लिए पानी को सीधे कलैक्टर से पास कराया जाता है।
- **इनडायरेक्ट सिस्टम (हीट एक्सचेंजर का उपयोग):** कलैक्टर के प्राथमिक सर्किट में एक तरल पदार्थ होता है जो गर्म होने के बाद हीट एक्सचेंजर से गुजरता है जहां पानी गर्म होता है। जल के कठोर होने की स्थिति में या अत्यधिक ठंड वाली जगह पर (जहाँ पानी के जमने की संभावना हो)

इनडायरेक्ट सिस्टम का प्रयोग किया जाता है। इनडायरेक्ट सिस्टम में दो प्रकार से हीट एक्सचेंज (गर्मी का स्थानांतरण) होता है।

i) टैंक के भीतर गर्मी का स्थानान्तरण (इन्टरनल हीट एक्सचेंजर सिस्टम): इस सिस्टम में प्राथमिक सर्किट का तरल (फ्लुइड) एक क्वॉयल के माध्यम से स्टोरेज टैंक से होकर गुजरता है और गर्मी का स्थानांतरण स्टोरेज टैंक में मौजूद पानी में होता है।



ii) टैंक के बाहर गर्मी का स्थानान्तरण (एक्सटरनल हीट एक्सचेंजर सिस्टम): इस सिस्टम में अलग से एक हीट एक्सचेंजर लगा होता है जिसमें गर्मी का स्थानांतरण होता है।



Internal & External Heat Exchanger System (Source: Training Course on Solar Technologies Volume 1: Solar Thermal Systems for Engineers)

सिस्टम स्थापित करने के प्रमुख बिन्दु

- **जगह की उपलब्धता :**

  बुनयादी रूप से सोलर वाटर हीटर के लिए इमारत की छत पर दक्षिण दिशा की ओर छाया मुक्त क्षेत्र उपलब्ध होना चाहिए । आमतौर पर प्रत्येक 2 वर्ग मीटर कलैक्टर के उपयोग के लिए लगभग 3 वर्ग मीटर छाया मुक्त क्षेत्र की आवश्यकता होती है।

➢ **उप–शून्य तापमान वाले क्षेत्र :**

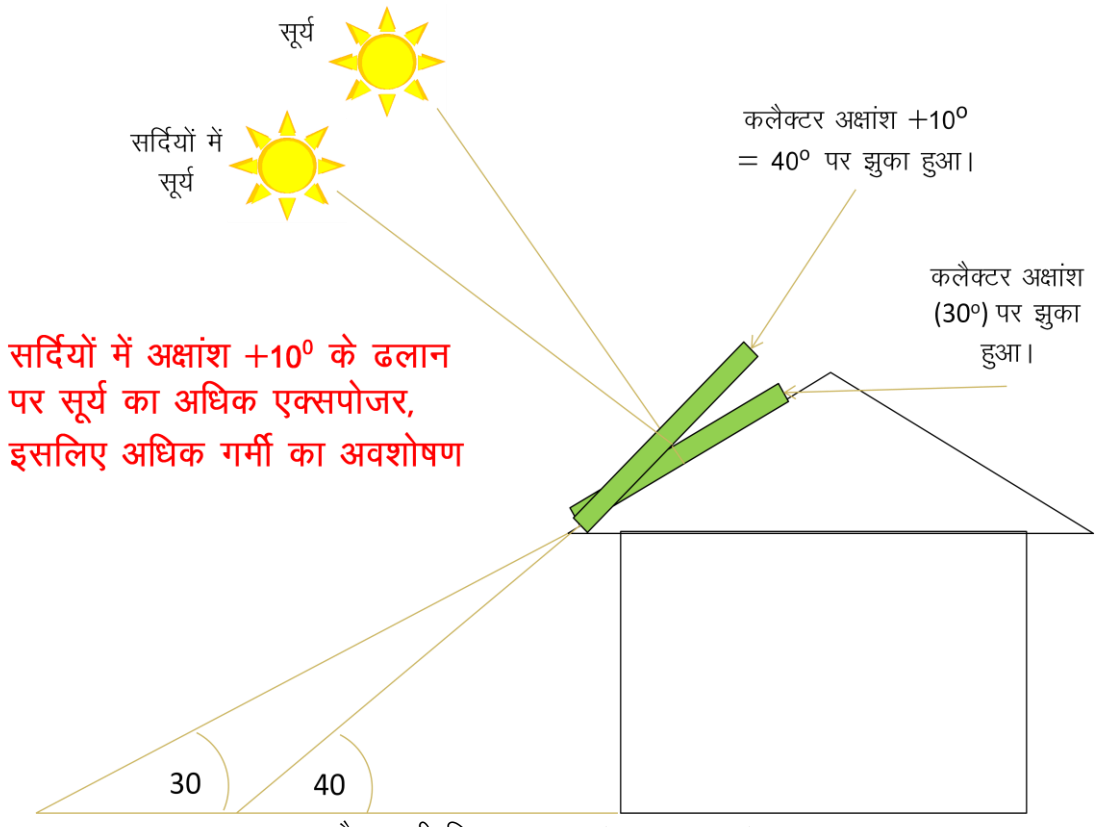
जहाँ सर्दियों के महीनों में तापमान शून्य से नीचे चला जाता है, वहॉ हीट एक्सचेंजर वाले सिस्टम का उपयोग किया जाना चाहिए। सामान्य रूप से प्राइमरी सर्किट में Ethylene glycol और पानी के मिश्रण का प्रयोग किया जाता है जो पानी को जमने से बचाता है। गर्मी के मौसम में Ethylene glycol के मिश्रण को सामान्य पानी से बदल दिया जाता है।

➢ **जल की गुणवत्ता :**

- पानी में नमकीय लवण होने के कारण पानी कठोर हो जाता है।
- अस्थाई कठोरता पानी में घुले मिनरल कार्बोनेट के कारण होती है। जब पानी गर्म होता है। तब ये कार्बोनेट्स पानी से अलग होकर जम जाते हैं जिसके कारण स्केलिंग की समस्या होती है।
- स्थायी कठोरता: गर्म पानी से नमक अलग नही होता है, इसलिए कोई स्केलिंग नही होती।
- यदि पानी की कठोरता > 300 ppm, है तो हीट एक्सचेंजर प्रणाली का प्रयोग किया जाना चाहिए।
- इनडायरेक्ट सिस्टम में कलैक्टर में सॉफ्ट पानी का प्रयोग किया जाता है, जो उपयोग किये जाने वाले पानी को हीट एक्सचेंजर के माध्यम से गर्म करता है।
- डायरेक्ट सिस्टम में स्केलिंग के कारण ट्यूबों में चोकिंग की समस्या हो जाती है।

➢ **सूर्य की स्थिति: कलैक्टर की दिशा व झुकाव:**

गर्मियों और सर्दियों में सूर्य की स्थिति बदलती रहती है। गर्मियों की अपेक्षा सर्दियों में सूर्य दक्षिणांतर हो जाता है। सर्दियों में बेहतर परिणाम के लिए कलैक्टर हमेशा दक्षिण दिशा की तरफ मुखातिब होना चाहिए और कलैक्टर का झुकाव इन्सटॉलेशन साइट के अक्षांश (लैटिट्यूड) से 10^0 अधिक कोण पर होना चाहिए।



कलैक्टर की दिशा व झुकाव (Source: GKS)

अगर किसी साइट का अक्षांश पता न हो तो नीचे दिए गए चित्र से उस साइट के अक्षांश का अनुमान लगाया जा सकता है।

➢ कलैक्टरों का इन्टरनल कनैक्शन

- समानांतर कनेक्शन सामान्य रूप से व्यवहार में लाया जाता है।
- थर्मोसायफन सिस्टम में एक पंक्ति में 6 कलैक्टर से अधिक नहीं होने चाहिए। आमतौर पर एक पंक्ति में 4–5 कलैक्टर लगाए जाते हैं।

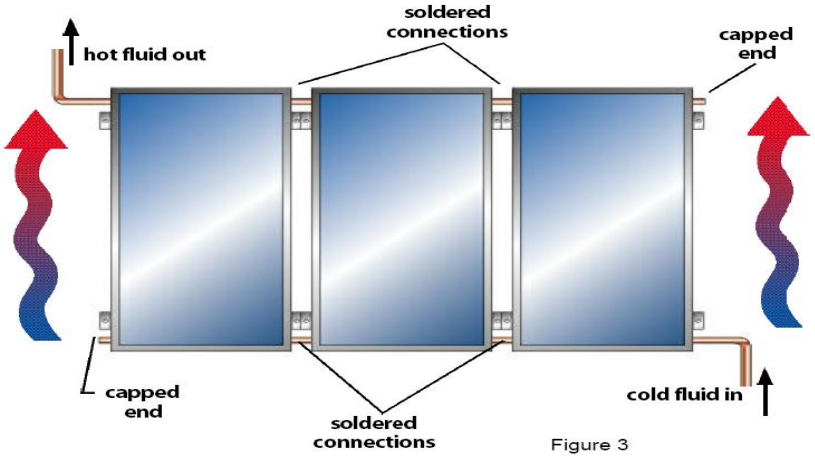
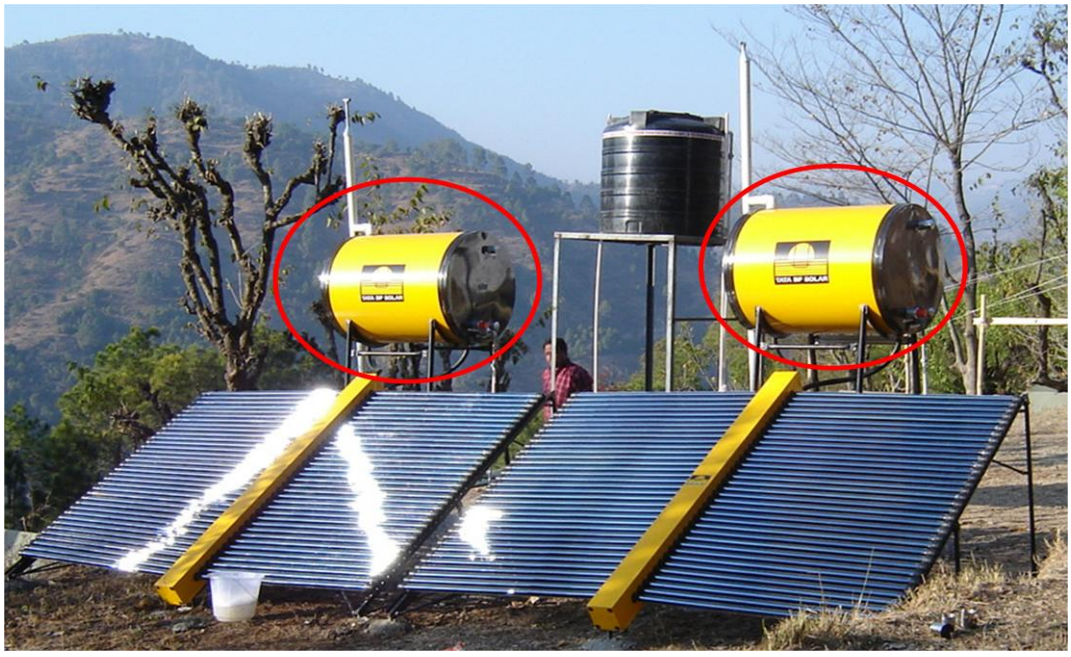


Figure 3

Internal Connection of collectors (Source: GKS)

स्टोरेज टैंक



Hot water storage tank (Source: Vatsalyam Enterprises, Shimla)

- **दो तरह के स्टोरेज टैंक उपयोग किए जाते हैं**
  - प्रेशराइज्ड टैंकः जब गर्म पानी की आवश्यकता अधिक प्रेशर पर होती है।
  - नॉन प्रेशराइज्ड टैंकः जब गर्म पानी की आवश्यकता सामान्य प्रेशर पर होती है।
- **इन्टरग्रेटड स्टोरेज टैंक सिस्टम**
  - इस सिस्टम में कलैक्टर और स्टोरेज टैंक एक साथ जुड़े होते हैं। इसमें:
  - अधिकांशतः 300 LPD तक के छोटे सिस्टम होते हैं।
  - इनका उपयोग नॉन प्रेशराइज्ड सिस्टम में किया जाता है।

➢ डिस्क्रीट स्टोरेज टैंक सिस्टम

- इस सिस्टम में कलैक्टर और स्टोरेज टैंक अलग–अलग होते हैं और उनके बीच इन्सुलेटेड पाईप से कनेक्शन किया जाता है।
- अधिकतर 300 LPD से बड़े सिस्टम में उपयोग किया जाता है।
- इसका उपयोग प्रैसराइजड एवं नॉन प्रैसराइजड दोनो में किया जा सकता है।

➢ निर्माण की सामग्री :

- माइल्ड स्टील (MS)
- माइल्ड स्टील इनेमेल लाइनिंग के साथ
- स्टेनलैस स्टील (SS 304, 316)
- पॉलिमर आधारित टैंक

➢ माइल्ड स्टील (MS) टैंक

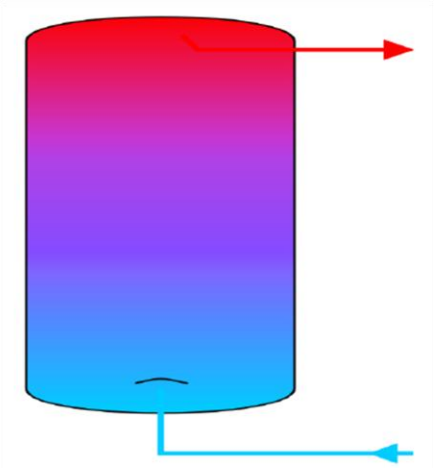
- टैंक के शीट की मोटाई टैंक की क्षमता पर निर्भर करता है। टैंक के शीट की मोटाई सामान्यतया 2–3 मिमी के बीच होती है।
- स्टेनलैस स्टील टैंक की तुलना में सस्ता होता है।
- आमतौर पर छोटे घरेलू सिस्टम में उपयोग किया जाता है।
- भारी वजन के कारण उठाने में परेशानी होती है।
- खराब पानी की स्थिति में जंग व स्केलिंग की समस्या होती है।
- नियमित रखरखाव और अंदर की ओर पेंन्ट किया जाना चाहिए।

➢ स्टेनलैस स्टील टैंक (SS)

- वर्तमान में स्टील के उपयोग किए जाने वाले ग्रेड हैं: SS 304, SS 316
- जंग से कुछ हद तक प्रतिरोधी होता है।
- एमएस टैंक की तुलना में हल्का और मंहगा होता है।

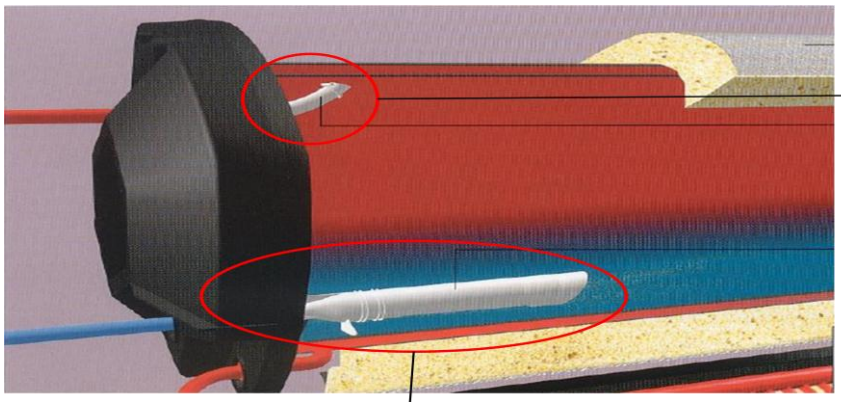
➢ टैंक में स्तरीकरण

- गर्म पानी, ठण्डे पानी की तुलना में हल्का होता है।
- इस प्रवृति के कारण टैंक में जमा पानी भिन्न तापमान पर अलग–अलग परतों में रहता है, ऊपर की परत में गर्म पानी और नीचे की परत में ठंडा पानी होता है। इसे स्तरीकरण कहते हैं।
- पानी गर्मी का अच्छा कन्डक्टर नही है इसलिए जब तक पानी को छेड़ा नहीं जाये, स्तरीकरण बना रहता है।



➢ टैंक के अंदर की रचना

टैंक में स्तरीकरण को बनाए रखने के लिए गर्म पानी का इनलेट टैंक में ऊपर की तरफ होता है तथा ठंडे पानी का इनलेट नीचे की तरफ होता है। ठंडे पानी के प्रवेश का पाइप शुरू में पतला तथा बाद में मोटा होता है ताकि ठंडा पानी टैंक में धीरे से प्रवेश करे और अंदर का स्तरीकरण बना रहे।



➢ सोलर टैंक इन्सुलेशन

- आमतौर पर इस्तेमाल की जाने वाली इन्सुलेशन सामग्री
  - रॉक वूल : घनत्व 50 किलो/मी^{3}
  - ग्लास वूल
  - पी.यु.एफ : घनत्व 32 किलो/मी^{3}
- न्यूनतम मोटाई
  - पी.यु.एफ : 50 मिमी
  - रॉक वूल : 100 मिमी
- एलुमिनियम क्लेडिंग 24 या 26 SWG

➢ टैंक लगाने की प्रकिया

- 300 LPD तक छोटे इवैक्यूएटेड ट्यूब कलैक्टर सिस्टम इन्टरग्रेटेड टैंक के साथ आते हैं।

Evacuated tube collectors with integrated tank (Source: GKS)

- बड़े सिस्टम के लिए
  - टैंक को सहारा देने के लिए सतह पर एक फ्रेम लगाया जाता है।
  - टैंक को उस फ्रेम में लगाया जाता है
  - फ्रेम को नीचे सतह में सीमेंट के साथ जमा दिया (Grouting) जाता है जो तूफान और तेज हवाओं के दौरान इसे गिरने से रोकते हैं।

Frame and Grouting for hot water tank (Source: GKS)

➢ सोलर टैंक में सेक्रिफिशियल एनोड (Sacrificial Anode)

- सेक्रिफिशियल एनोड का प्रयोग टैंक में जंग लगने से बचाने के लिए किया जाता है।
- एनोड रॉड एलुमिनियम या मैग्नीसियम मिश्र धातु से बना होता है। इस कारण टैंक में जंग लगने से पहले एनोड में जंग लग जाता है और टैंक बचा रहता है।
- एनोड टैंक के अंदर पड़े रहकर अपना काम करता है।
- यह समय के साथ गलता रहता है इसलिए हर छः महीने के बाद इसकी जांच की जानी चाहिए और जरूरत हो तो इसे बदल लेना चाहिए।
- सुनिश्चत करें कि रॉड हमेशा पानी के अंदर डूबा रहे।

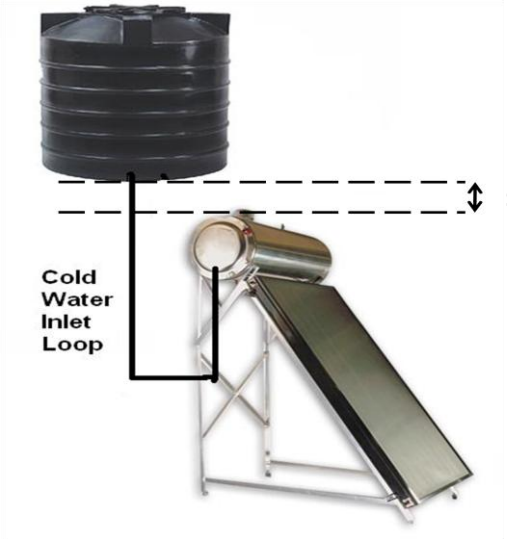
Sacrificial Anode (New and used) (Source: GKS)

ठंडे पानी की टंकी

- यह टंकी सोलर टैंक को ठंडे पानी की आपूर्ति प्रदान करता है।
- यह टैंक एक सामान्य प्लास्टिक का टैंक हो सकता है।
- इस टैंक की क्षमता सोलर वाटर हीटर सिस्टम के साइज पर निर्भर करता है।

- सामान्यतय ठण्डे पानी की टंकी का साइज गर्म पानी की टंकी के साइज से बड़ा होना चाहिए।

➢ ठंडे पानी की टंकी लगाने की प्रक्रिया

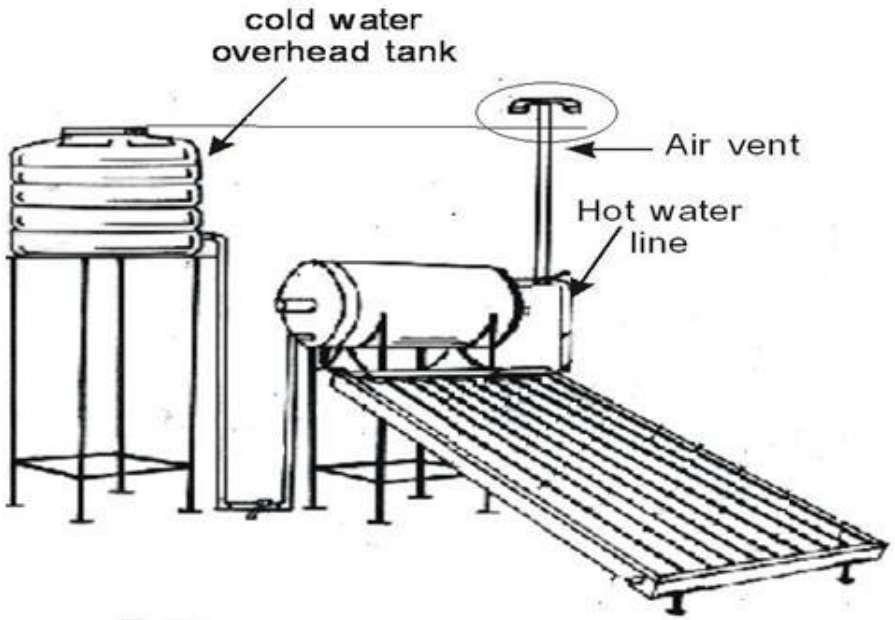


ठंडे पानी की टंकी के नीचे और सोलर टैंक के शीर्ष के बीच की दूरी कम से कम 150 मिमी (6") हो। अन्यथा ठंडे पानी को सोलर टैंक में पहुंचाने के लिए एक पम्प की आवश्यकता होगी।

Cold Water Tank Installation (Source: Nuetech Solar System Pvt Ltd)

वेंट पाइप

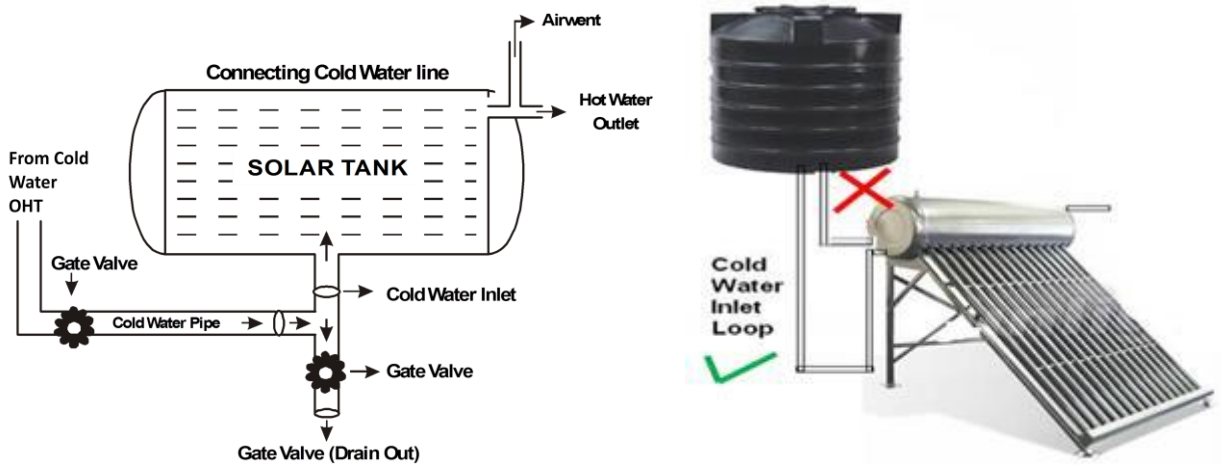
- वेंट पाइप का उपयोग गर्म पानी के टैंक में उत्पन्न भाप या हवा को बाहर निकालने के लिए किया जाता है।
- यह टैंक में गर्म पानी की आउटलैट लाईन के शुरूआत में लगाया जाता है।
- वेंट पाइप की ऊंचाई हमेशा ठंडे पानी की टंकी की ऊंचाई से अधिक होती है।
- ½" का GI पाइप का उपयोग किया जाता है।
- वेंट पाइप का इन्सुलेशन करना अतिआवश्यक है।
- वेंट पाइप कि इन्सुलेशन कम से कम 50mm रॉकवूल का होना चाहिए।



Vent Pipe Installation (Source: Nuetech Solar System Pvt Ltd)

ठंडे पानी की इनलेट लाइन

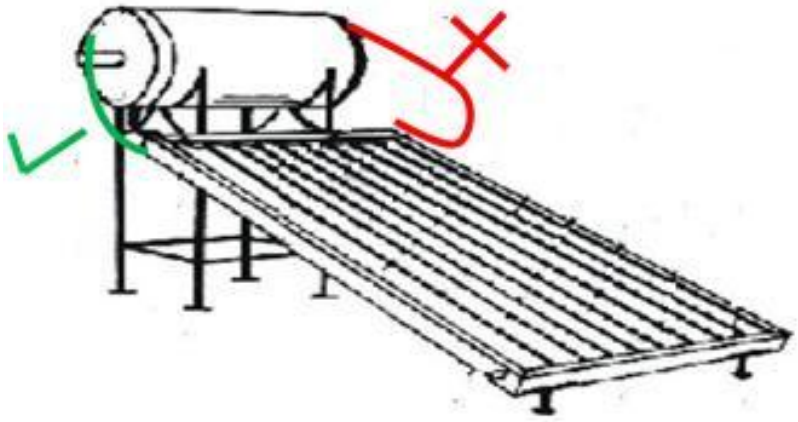
- ठंडे पानी की लाइन को इन्सुलेशन की आवश्यकता नहीं है पर जहाँ पानी के जमने की संभावना हो वहाँ इन्सुलेशन की जानी चाहिए।
- सिस्टम के ड्रेनेज के लिए ठंडे पानी की इनलेट लाइन में उचित प्रावधान होना चाहिए।
- नियंत्रण के लिए गेट–वाल्व होने चाहिए जैसा कि चित्र में दिखाया गया है।
- सुनिश्चत कर लें कि निकास वाली लाइन पर गेट–वाल्व हमेशा बंद स्थिति में हो। (सिवाय इसके कि जब आप सिस्टम से पानी बाहर निकालना चाहते हैं।)
- इन्सुलेटेड टैंक और ठंडे पानी के टैंक के बीच पाइप लाईन हमेशा एक लूप के रूप में बना होना चाहिए।



Cold water inlet line (Source: Nuetech Solar System Pvt Ltd)

इन्टरनल पाईपिंग (गर्म पानी का कलैक्टर से सोलर टैंक में जाना)

- इन्टरनल पाइप: आमतौर पर रबर के इन्सुलेटेड पाइप का उपयोग किया जाता है।
- इन्सुलेटेड टैंक और पैनल की बीच रबर की पाइप लूप के रूप में नहीं होना चाहिए।

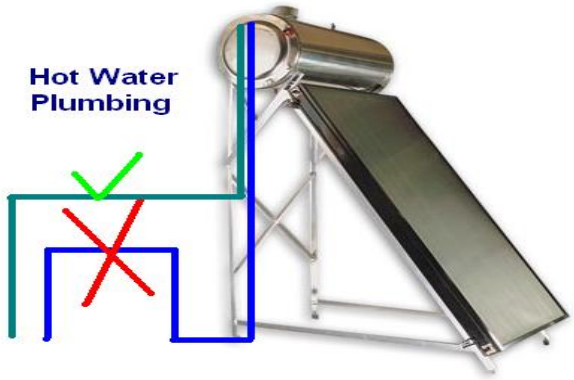


Internal Piping (Source: Nuetech Solar System Pvt Ltd)

गर्म पानी के वितरण का पाइप

- पानी से गर्मी के नुकसान को रोकने के लिए गर्म पानी का पाइप ठीक से इन्सुलेटेड होना चाहिए।
- गर्म पानी के पाइप के लिए आमतौर पर GI pipe ½" इस्तेमाल की जाती हैं।
    - आमतौर पर इस्तेमाल की जाने वाली इन्सुलेशन साम्रगी
        - रॉकवूलः घनत्व 48 kg/m^3
        - ग्लास वूल
        - नाइट्रिल रबर
- इन्सुलेशन की न्यूनतम मोटाई*
    - PUF 50 मिमी
    - रॉकवूल 100 मिमी
    - नाइट्रिल रबर 12 मिमी

    *ठण्डे क्षेत्र में इन्सुलेशन की मोटाई दूगुनी होनी चाहिए।
- एल्यूमीनियम क्लेडिंग 24 या 26 SWG या पीवीसी पाइप क्लेडिंग
- गर्म पानी के वितरण की तरफ पाइप लगाते समय रिवर्स लूप नही होनी चाहिए।



Hot water plumbing (Source: Nuetech Solar System Pvt Ltd)

- पाइप लाईन का इन्सुलेशन

Insulation of Pipes (Source: Vatsalyam Enterprises, Shimla)

- इन्सुलेशन के कुछ दोषः
  इन्सुलेशन के कुछ दोष नीचे दिखाए गए हैं। इन्सुलेशन करते समय यह सुनिश्चित करना चाहिए कि इन्सुलेशन में कोई दोष न रहे।

Insulation Defects (Source: GKS)

कलैक्टर की माउन्टिंग

यह इनस्टॉलेशन साइट पर निर्भर करेगा कि कलैक्टर को कैसे लगाया जाए। कलैक्टर को टिन की छत पर लगाना है या पक्की छत पर लगाना है या जमीन पर लगाना है, इसी अनुसार फ्रेम का डिजाइन बनाना होता है।

Frame structure for mounting on flat roofs (Source: GKS)

Frame structure for mounting on slopping roofs (Source: Vatsalyam Enterprises, Shimla)

बैक–अप हीटिंगः

वर्षा के दिनों में सोलर वाटर हीटिंग सिस्टम ठीक से काम नही करता है । इसलिए वर्षा के दिनों में बैक–अप हीटिंग की आवश्यकता होती है। बैक–अप हीटिंग दो तरह से की जा सकती हैः

i. सोलर वाटर हीटिंग सिस्टम को वर्तमान सिस्टम से जोड देना (जैसेः बॉयलर, गीजर, इत्यादि)
ii. सोलर टैंक में इलेक्ट्रीकल हीटिंग एलिमेंट लगा देना। इलेक्ट्रीकल एलिमेंट के लिए एक अलग से स्विच होना चाहिए ताकि आवश्यकता होने पर ही हम इसका प्रयोग कर सकें।

सर्कुलेशन पम्पः

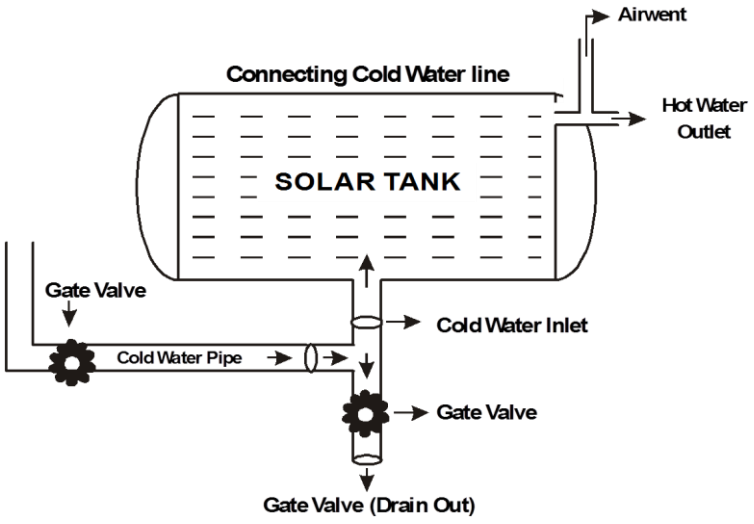
फोर्स्ड फ्लो सिस्टम में पानी के प्रवाह के लिए पम्प की आवश्यकता होती है।

नॉन रिटर्न वाल्व (NRV) :

कलैक्टर और सोलर टैंक के बीच गर्म पानी के लाइन में NRV अवश्य लगाना चाहिए जिससे गर्म पानी टैंक से कलैक्टर में न चला जाए।

गेट वॉल्व और ड्रेन वॉल्वः

सोलर वाटर हीटिंग सिस्टम को पूरी तरह खाली करने और भरने के लिए इन वाल्वों का प्रयोग होता है।



Gate & Drain Valves (Source: Nuetech Solar System Pvt Ltd)

कंट्रोल युनिट और सेन्सरः

फोर्स्ड फ्लो सिस्टम में पम्प को चालू और बन्द करने के लिए इसका उपयोग होता है। यह एक डिफरेन्शियल टेंपरेचर कंट्रोलर होता है जिसमें दो तापमान सेन्सर लगे होते हैं। एक सेन्सर कलैक्टर के निकास पर और दूसरा सोलर के बीच वाले भाग में लगा होता है। यदि कलैक्टर का तापमान टैंक के तापमान से ज्यादा हो तो पम्प चालू हो जाता है।

समस्या एवं समाधान*

समस्या	कारण	समाधान
पंप का चालू या बन्द न होना।	• पंप का कनेक्शन सही न होना। • टूटा हुआ फ्यूज • मोटर का खराब होना • गंदगी जमाव के कारण पंप का ब्लॉक होना। • सेंसर का खराब होना	• कनेक्शन को जांच लें। • फ्यूज बदलें। • मोटर की क्वायल जांच लें और खराब होने पर बदल लें। • गंदगी को साफ करना। • सेंसर को बदल लें।
पंप का प्रवाह कम होना।	• पंप का गलत दिशा में घूमना • पंप में कोई खराबी	• घूमने की दिशा को बदलें। • पंप को बदल लें।
पंप का शोर करना	• पंप के अंदर हवा का होना। • बैयरिंग में खराबी।	• पंप की वेटिंग करें। • बैयरिंग को बदल लें।
पंप तभी चलता है जब कलैक्टर अत्यधिक गर्म होते है।	• स्टार्ट–अप तापमान की वैल्यू अधिक होना। • कलैक्टर सेंसर ठीक से न लगाना • सेंसर द्वारा कलैक्टर में उच्चतम तापमान को ठीक से न नापना।	• स्टार्ट–अप तापमान को कम किया जाए • सेंसर को ठीक से लगाना • कलैक्टर के सबसे गर्म भाग पर सेंसर लगाना।
पंप बहुत जल्दी/बहुत देर से चालू और बन्द होता है।	• तापमान रेंज गलत सेट होना • गलत स्थान पर लगे सेंसर, सही तापमान का पता नही लगा पाते।	• कंट्रोल युनिट की सेटिंग्स की जांच करें, इसे रीसेट करें या सही सेट करें। • सेंसर को चेक करें, इसे सही तरीके से लगाऍं।
पंप का जल्दी–जल्दी चालू व बंद होना।	• स्टार्ट अप और शट ऑफ तापमान का काफी कम अंतर पर सेट होना।	• स्टार्ट अप और शट ऑफ तापमान को पर्याप्त अंतर पर सेट करना।
पंप बन्द नहीं होता।	• सेंसर का ठीक से न लगा होना। • एक या एक से अधिक सेंसर में खराबी। • कंट्रोल युनिट का ठीक से काम न करना।	• सेंसर के लगाने का तरीका जांच लें। • सेंसर व उसकी तार को बदल दें, कंट्रोल युनिट की जांच करें।
सेफ्टी वॉल्व का खुला होना।	• प्रेशर अधिक होना। • सेफ्टी वॉल्व में खराबी।	• तापमान की जांच करें। • कंट्रोल युनिट को रिसेट करें। • वॉल्व को साफ करें। • वॉल्व को बदल दें।
रातों–रात स्टोरेज खाली हो जाना।	• रिसाव का होना।	• रिसाव की जांच करें और उसे ठीक करें।

समस्या	कारण	समाधान
स्टोरेज के अंदर पानी का तापमान बहुत कम होना या जल्दी ठण्डा हो जाना।	• स्टोरेज क्षमता अधिक होना। • हीट–एक्सचेंजर में रूकावट/खराबी • कंट्रोल युनिट की गलत सेटिंग • इन्सुलेशन में कमी • गलत पाइप कनैक्शन: थर्मो सायफन प्रभाव से गर्मी का नुकसान।	• स्टोरेज क्षमता को कम करना। • हीट–एक्सचेंजर की सफाई • कंट्रोल युनिट की सही सेटिंग। • इन्सुलेशन में सुधार या बदल लेना। • पाइप कनेक्शन में सुधार करना।
प्रेशर न बनना	• रिसाव	• सभी पाइप कनेक्शन और सील की जांच करें, रिसाव को ठीक करें।
बैक–अप हीटिंग का काम न करना।	• बैक–अप हीटिंग लूप के अन्दर हवा का होना। • बैक–अप हीटिंग कंट्रोल की गलत सेटिंग या कोई खराबी। इलैक्ट्रीकल बैक–अप हीटिंग के लिए: • इलैक्ट्रीकल बैक–अप हीटिंग उपकरण का टूट जाना। • बिजली न होना।	• वेंटिग करें। • ठीक से जांच करें, आवश्यकता हो तो बदल दें। • उपकरण बदल दें। • ठीक करने के लिए इलैक्ट्रीशियन को बुलाएं।

*References:

1. Solar Water Heater Training Course: Installer and User Manual by Australian Business Council for Sustainable Energy.
2. Solar Thermal Training course for mechanics by HWK Aachen & TERI.
3. Large Scale Solar Thermal Systems Design Handbook by Master Plumbers and Mechanical Services Association of Australia and Sustainability Victoria.

MNRE National Programme on Solar Water Heating

The Ministry of New and Renewable Energy is implementing a National Programme on Solar Water Heating aimed at peak shaving, conservation of electricity and fossil fuels and providing a clean, non-polluting solution for water heating in housing, institutional, commercial and industrial sectors. Various promotional incentives in the form of capital subsidy or interest subsidy are available for solar water heating projects under the Jawaharlal Nehru National Solar Mission (JNNSM). A target of 20 million sq.m. collector area has been set for solar thermal projects for 2022 under JNNSM.

UNDP/UNEP/GEF "Global Solar Water Heating Market Transformation and Strengthening Initiative"

The India Country Project on solar water heating has been taken up under a UNDP/UNEP/GEF "Global Solar Water Heating Market Transformation and Strengthening Initiative". The Ministry of New and Renewable Energy, Government of India, is implementing the Project in the context of its National Programme. The objective of the project is to accelerate and sustain the solar water heating market growth in India and to use the experiences and lessons learned in promoting a similar growth in other countries. The project will contribute partially and leverage the 11th Plan target through installation of two million sq. m. of solar water heating systems. This will result in GHG Emission Reduction of 11 million tonnes of CO_2.

Greentech Knowledge Solutions Pvt Ltd

Greentech Knowledge Solutions Pvt. Ltd. (GKSPL) offers research and consultancy services for deployment of energy efficiency and renewable energy solutions. Solar thermal is a focus area of work at GKSPL. GKSPL is credited with conducting the first-ever market assessment study on solar water heating in India. GKSPL has been actively working for the promotion and deployment of Solar Water Heating in industrial, commercial, institutional and residential sectors. The range of services offered include: feasibility studies, Detailed Project Report (DPR) preparation, project management support, market research, policy advice and training services.

For more information, please contact

Dr A K Singhal National Project Manager Global Solar Water Heating Project, Ministry of New & Renewable Energy, Block 14, CGO Complex, Lodi Road, New Delhi – 110003 Telefax: 011 – 24362488	Dr Sameer Maithel Director Greentech Knowledge Solutions Pvt Ltd. 342, Abhiyan Apartments, Plot 15, Sector 12, Dwarka, New Delhi – 110078 E-mail: sameer@gkspl.in Mobile: +91 9811392256 Web: www.gkspl.in