



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Mehaanika teaduskond
Soojustehnika instituut

Erinevate päikesekütteseadmete
konstruktsiooni ja efektiivsuse võrdlev
analüüs
Aruanne

Tallinn, 2010

Sisukord

SISSEJUHATUS	3
1. PÄIKESEKOLLEKTORITE TARNIJATE (EDASIMÜÜJATE) KAARDISTAMINE EESTIS	4
2. TARNITAVATE PÄIKESEKOLLEKTORITE TEHNILISTE JA EKSPLUATATSIOONI PARAMEETRITE NING VÕIMALUSEL KASUTATAVATE MATERJALIDE (KA TÄITEGAAS) KOGUMINE (TOOTJA ANDMED) JA SÜSTEMATISEERIMINE (KOOSTATUD ANDMEBAAS)	6
2.1. TARNITAVATES PÄIKESEKOLLEKTORITES KASUTATAVAD SOOJUSKANDJAD	8
3. ERINEVAT TÜÜPI PÄIKESEPANEELIDE (LAMEKOLLEKTORID, VAAKUMTORUKOLLEKTORID) EELISED, PUUDUSED JA KASUTUSVÕIMALUSED ÜLDISELT NING EESTI TINGIMUSTES	12
3.1. LAMEKOLLEKTORID	12
3.2. VAAKUMTORUKOLLEKTORID	14
3.3. HÜBRIIDVAAKUMTORUKOLLEKTORID	15
3.4. PÄIKESEKOLLEKTORITE HILISEM UTILISEERIMINE	15
4. ERINEVATE PÄIKESEKOLLEKTORITE EELDATAV TOODANG (ARVUTATAKSE SERTIFIKAATIDE JA EESTI PÄIKESEKLIIMA ANDMETE ALUSEL)	16
5. PÄIKESEKOLLEKTORITEGA TOODETAVA SOOJUSE HIND (ARVUTUSLIK JA TEGELIK, MIS SAADAKSE MÕNEDE EESTI KASUTAJATE EKSPLUATATSIOONI ANDMETE ALUSEL) JA KOLLEKTORITE KASUTAMISE MAJANDUSLIK TASUVUS	18
5.1. PÄIKESEKOLLEKTORITE KASUTAMISE PERSPEKTIIVSEMAD VALDKONNAD EESTIS	20
6. PÄIKESEKOLLEKTORITE EKSPLUATATSIOONI- JA HOOLDUSKULUD	21
7. ERINEVATE VAATLUSE ALL OLEVATE PÄIKESEKOLLEKTORITE EFEKTIIVSUSE JA EESTI TINGIMUSTESSE SOBIVUSE HINDAMISE INDIKAATORITE MAATRIKS (REITING - PAREMUSJÄRJESTUS)	22
8. TEHNILIS-MAJANDUSLIKUST ASPEKTIST EESTI JAOKS SOBIVAIMATE PÄIKESEKOLLEKTORITE TÜÜPIDE (TOOTJATE) VÄLJASELGITAMINE.....	24
9. KOKKUVÕTE KOOS JÄRELDUSTEGA.....	25

Sissejuhatus

Eesti riikliku energiatehnoloogia programmi (ETP) üheks arendussuunaks on uute, peamiselt taastuvatel energiaallikatel (sh päikeseenergeetika lahendused) põhinevad energiatehnoloogiad ja nendega seotud energiasüsteemide talitluse optimeerimine. Lähtuvalt ETP-st, on Eesti Vabariigil võimalik rakendada erinevaid toetusi päikesekollektorite enamaks evitamiseks Eestimaal.

Täna sel päeval, mil majanduskriis on sundinud meid säästlikkusele, on vaja põhjalikult süveneda uute lahenduste väljapakkumisele kõigis elu- ja majandusvaldkondades, kus kasutatakse energiat.

Antud töö üheks eesmärgiks oli Eestis tarnitavate päikesekollektorite tehniliste ja eksploatatsiooni-parameetrite kogumine ja süstematiseerimine (andmebaasi koostamine). Samuti on analüüsitud erinevat tüüpi päikesekollektorite (peamiselt plaat-(lame-)kollektor, vaakumtorukollektor) eeliseid, puudusi ja kasutusvõimalusi. On käsitletud ka päikesekollektorites kasutatavate soojuskandjate erisusi. Samuti on käsitletud vähesel määral päikesekollektorite ja nendes sisalduvate materjalide ja ainete utiliseerimist.

Septembrist 2010 kuni aasta lõpuni on hangitud andmeid pea 50 ettevõtte kohta, kus on tehtud reklaami päikeseenergia kasutamise kohta Eestis. Küsitleti ja vahetati infot üle 70 isikuga Eestist ja külastati seminare ja konverentse (07.10.2010 Helsingis Keskkonna konverentsil; 11.11.2010 Tartus TEUK XII), kus esitleti erinevaid päikeseenergia rakendamise võimalusi.

Et leida Eestile sobilikke päikeseenergia rakendamise viise, on töö raames uuritud peamiselt Eestis tegutsevate ettevõtete ja vähesel määral ka maailmas suurimate ning juba aastakümneid selle teemavaldkonna arendamisega tegelevate ettevõtete tooteid.

Käesoleva töö raames antakse ülevaade Eestis juba toimivatest päikeseenergia kasutamise tehnilistest lahendustest ja lähitulevikus rakendamist väärivatest päikese kiirguse abil energia tootmise võimalustest.

Koostati erinevate vaatluse all olnud päikesekollektorite efektiivsuse ja Eesti tingimustesse sobivuse hindamiseks indikaatorite maatriks. Maatriksit on võimalik edaspidi täiendada ja kasutada, et anda objektiivne hinnang kollektorite toimimise kohta.

Esmaste andmete baasil selgitati, et kõige enam võiks päikesekollektoreid kasutada Eestis sooja tarbevee tootmissüsteemides, aga ka kütte- ja jahutussüsteeme toetavate võimalustena.

Tehnilis-majanduslikust aspektist lähtuvalt on Eesti jaoks leitud sobivaimad päikesekollektorite tüübid maailmas suurimate ja pikaajaliste kogemustega kollektorite tootjate ning nende paigaldamisega tegelevate ettevõtete hulgast, sest teadaolevalt Eestis endas päikesekollektoreid tööstuslikult ei toodeta.

Töö aruande juurde kuuluvad elektroonselt lisatud Excel failid. Nendes sisalduv info on liiga mahukas Wordi faili lehtedel ja paber kandjal esitamiseks.

Käesoleva aruande koostas OÜ Globalfund tellimusel ja EASi rahalisel toetusel TTÜ soojustehnika instituudi spetsialist Meeli Hüüs.

1. Päikesekollektorite tarnijate (edasimüüjate) kaardistamine Eestis

Vajaliku info hankimiseks on kasutatud peamiselt Eestis tegutsevate ettevõtete, kaupluskettide ja ehitusfirmade infobuklette ning Internetis avaldatud infot. Valikuliselt on külastatud ka päikesekollektoreid tarnivaid ettevõtteid (Robert Bosch OÜ, Gerold CO OÜ, Cerbos OÜ, Rifht OÜ, Eesti Kliima OÜ) ja objekte, kuhu on paigaldatud päikeseenergiasüsteeme. Aruande elektroonsele versioonile lisatud failis nimega „Pkollektori_tehnilised_näitajad_30.12.10“ on lehekülj nimetusega „Tabel 1. Eestis töös“, kus on esitatud Eestis paiknevad objektid, mis on varustatud päikesekollektoritega. Järgnevalt on esitatud (tabel 1) Eestis teadaolevalt päikesekollektorite tarnimise (edasimüümise) tegelevad ettevõtted.

Tabel 1. Eestis päikeseenergia tootmise süsteeme tarnivad firmad

Tarnija Eestis/välismaal	Kontaktisik	Aadress	Web-i aadress	e-mail
Bakeri OÜ/Schüco	Anti Tiik Priit Kaselaan	Ahke talu, Igavere küla, Raasiku vald, Harjumaa 75208	www.bakeri.ee	anti@bakeri.ee priit@bakeri.ee
Baltkalk OÜ /Climatecet/Buderus	Jüri Sulin	Männi tee 17, Saku, 75501	www.climatecet.com	juri@climatecet.com
SIA „Buderus Baltic“/Robert Bosch OÜ	Argo Tamm, Raido Maloshev	Kesk 10, Rae vald Harjumaa	www.buderus.ee	buderus@buderus.ee
Cerbos OÜ/Regulus	Margus ja Evald Kukk	Paide mnt 9, 86602 Pärnu	www.cerbos.ee	margus@cerbos.ee
Copower OÜ/ New Energy Systems Ltd. (Sunystem)	Aare Kirss	Paldiski mnt 25, 10612 Tallinn, Harjumaa	www.copower.ee	info@copower.ee
Covertch Invest OÜ/mudelid 10,12,15,20	Leho Laul Veikko Piironen	Krüppeli talu Restu Sangaste vald 67006	www.covertch.ee	leho@covertch.ee veikko@covertch.ee
CRH Ehitus OÜ/SunSwede		Sõpruse pst.2, 51008 Tartu	http://www.crhehitus.ee	
Doranova Baltic OÜ	Margus Nõlvak	Lõõtsa 4, Tallinn	www.doranova.ee	doranovabaltic@doranova.com
Eesti Kliima OÜ/Buderus/paneeln30 vaakumtoruga (4m2)	Aleksei Seljugin / Juri	Aadress Peterburi tee 57 A 11415 Tallinn	www.estkliima.ee	info@estkliima.ee
Efipa AS/Wagner & Co	Toomas Laur	Tartu mnt. 171/1 Peetri küla 75312 Rae vald Harjumaa	www.efipa.ee	toomas.laur@efipa.ee
Elysium OÜ/Hangzhou Zhenxin Heating Equipment Co., Ltd	Liivo Kruusel	Merivälja tee 1, 11911 Tallinn	www.elysium.ee	info@elysium.ee
Energy Smart OÜ	Tõnu Jõgi, Viido Polkarpus, Ronald Nermann, Michael Wegecsanyi	Õismäe tee 46a Tallinn 13512 Estonia	www.energysmart.ee	tonu.jogi@energysmart.ee, sales@energysmart.ee
Futuren OÜ/Wagner&Co	Rain Kalda	Sepa 19, 50113 Tartu	www.futuren.ee	info@futuren.ee, rain@futuren.ee
Gaspre OÜ	Simmo Paomets	Salme 51, Tallinn	www.gaspre.ee	info@gaspre.ee
Gerold Co2 OÜ/Junkers/Buderus	Dmitri Borodajev	Ristiku 95, 10318 Tallinn, Harjumaa	www.gerold.ee	info@gerold.ee
Introne OÜ/TiSUN		Kuninga 24, Pärnu 80010	www.introne.ee	info@introne.ee
Leidi Consult OÜ/	Mehis Treial	Savimäe 8A, Vahi küla, 60534 Tartu vald	www.leidi.ee	leidi@leidi.ee
LRF Private OÜ/ROTEX Solaris	Lauri Rimmel	Peterburi tee 56 Tallinn Harjumaa	www.lrfprivate.ee	info@lrfprivate.ee

Erinevate päikesekütteseadmete konstruktsiooni ja efektiivsuse võrdlev analüüs

Tarnija Eestis/välismaal	Kontaktisik	Aadress	Web-i aadress	e-mail
		11415		
Movek Grupp OÜ/ Sol & Energiteknik SE AB	Heino ja Maarja Uussaar	Tennise 1, Uuemõisa, Ridala vald, 90401, Läänemaa	www.movekgrupp.com	info@movekgrupp.com
PassiveHouse OÜ/Sonnenkraft	Tõnu Muring	Nooruse 1, 50411 Tartu	www.passiivmaja.ee	tonu@passiivmaja.ee
PG Ehitus OÜ Polar Maja/Finnsolar	Tarmo Stahhov	Miiduranna sadam korpus F, 74015 Viimsi vald; Jõe 5-52 10151 Tallinn; Ehitajate tee 114-1, Tallinn	www.pgehitus.ee	tarmo@pgehitus.ee; pgehitus@pgehitus.ee
Pocatello OÜ/Euronom AB/AMK Collektora AG	Timo Pitkänen	Ehitajate tee 2A, Uuemõisa Ridala vald, 90401 Läänemaa	www.euronom.ee	info(@)euronom.ee
RA Vesi OÜ/Futuren OÜ/Viessmann		Sepa 15C, 50113 Tartu	www.ravesi.ee	info@ravesi.ee
Rifht OÜ	Eerik Piilen, Villem Keerdo	Peetri 2E, 80029 Pärnu	www.rohelinepaike.ee	info@rohelinepaike.ee
Robert Bosch OÜ/Buderus	Margus Uusmees	Järvevana tee 9 11314 Tallinn	www.bosch.ee	margus.uusmees@lv.bosch.com
SKS Võru OÜ /Wolf Maasoojus OÜ	Argo Annast / Heiki Välja	/ Valdeku 118 11215 Tallinn	www.sks.ee /www.maasoojus.ee	argo@sks.ee / info@maasoojus.ee
SolarFan OÜ	Rein Post	Valgevase 14-6, 10414 Tallinn Harjumaa (Keila, Viimsi)	www.solarfan.ee	info@solarfan.ee
Solex OÜ/WESTFA		Kivila 34, 13918 Tallinn	http://solex.ee/	info@solex.ee
SunHeat OÜ/TiSUN	Ivo Sild	Emajõe 3, 51008 Tartu	www.sunheat.ee	ivo@sunheat.ee
Varpo Grupp OÜ/Hangzhou Zhenxin Heating Equipment Co., Ltd	Indrek Pihitjõe	Kadaka tee 187c, 12618 Tallinn	www.varpo.ee	indrek@varpo.ee
Viessmann OÜ/ Viessmann SIA Eesti filiaal	Veljo Variku	Kadaka tee 36, 10621	www.viessmann.ee	info@viessmann.ee

Ettevõtete otsesete kontaktide loomise käigus selgus, et paljud ettevõtted on päikeseenergia teemaga alles viimasel ajal tegelema hakanud ning otsivad kindlaid koostööpartnereid Euroopas (peamiselt Saksamaal, Itaalias, Hispaanias, Rootsis), Hiinas ja USA-s tegutsevate nn päikeseseadmete ja materjalide tootjate ning tarnijate hulgast. Mõned ettevõtted (Rifht OÜ, Climatech OÜ, BGS Baltic Green Solutions OÜ) on käeoleva töö teostamise jooksul asunud aktiivsemalt koostööle uurimisasutustega, et oma tegevust sihipäraselt ja kvaliteeti tagavalt edendada.

Vastava teemavaldkonnaga tegelejad on Eestis suuremalt jaolt koondunud Tallinna ja Tartusse ning nende filiaalid mõningal määral ka väiksematesse linnadesse.

Kõige enam on päikeseenergia rakendamine leidmas kasutust nn komplekslahendusena ehk keskküttelahenduse ühe osana. Päikeseenergia baasil sooja tarbevee tootmine toimub peamiselt suvisel perioodil, mil on võimalik ka majanduslikult kasumlikult päikeseenergiat muundada, ning varakevadisel ja hilissügisel perioodil annavad päikesekollektorid mõningase lisa hoonete kütmiseks.

2. Tarnitavate päikesekollektorite tehniliste ja eksploatatsiooni parameetrite ning võimalusel kasutatavate materjalide (ka täitegaas) kogumine (tootja andmed) ja süstematiseerimine (koostatud andmebaas)

On koostatud pidevat täiendamist võimaldav andmebaas (lisatud aruandele Excel'i tabelina elektroonselt), mis sisaldab peamiselt eelnimetatud ettevõtetelt (Tabel 2) 2010. aasta teisel poolel saadud andmeid. Samuti on antud töös kasutatud igakuiselt ilmuvas taastuvate energiakandjatealases ajakirja SUN&WIND ENERGY (www.sunwindenergy.com) avaldatud andmeid enam kasutust leidvate päikesekollektorite ehitamisel kasutatud materjalide ja tehniliste parameetrite kohta.

Samuti on saadud Eesti kohta puuduvaid andmeid Euroopas päikesekollektorite kasutamise visiooni kirjeldusest ajakirjast Sustainable Energy News Nr 71, 2010 www.inforse.org/europe/VisionEU27.htm.

Kuna Eestis veel päikesekollektorite pikemaajalised eksploatatsioonilised kogemused puuduvad, siis on paljudel juhtudel andmebaasis esitatud ettevõtted viidanud välismaiste koostööpartnerite poolt ammutatud kogemustele, teostatud tööde hulkadele ja Eestis toimivate süsteemide positiivsetele näitajatele. Käesolevaks ajaks pole veel ükski ettevõtte avaldanud andmeid eksploatatsiooni jooksul tekkinud hooldus- ja remonditööde põhjuste, sageduste ja koguste kohta, sest ilmselt taolist arvestust ka enda tarbeks ei peeta vajalikuks. Põhjalikuks analüüsiks on aga vaja objektiivseid andmeid ja seda just meie kliimatingimustes töötavate päikeseenergia süsteemide töö efektiivsuse ning materjalide vastupidavuse hindamiseks.

Tundub, et majanduslikult raskes olukorras, kus tellimusi taoliste süsteemide rajamiseks on Eestis veel vähe ja puudub usk ka nende töökindlusse, püüavad kaasaegsete „päikeseteemadel“ lahenduste pakkumistega tegelevad ettevõtted rakendada juba mingitele konkreetsetele standardsuurustele ja keskmistele tarbitavatele võimsustele rakendatavaid lahendusi, mida siis hangitakse välismaistelt koostööpartneritelt.

Teadaolevalt mitmete pilootprojektide käigus (endine Vändra Haigla, EMÜ Tehnikainstituut, Rõuge koolimaja, Keila SOS lasteküla, Tallinnas Räägu tn 10a, Mustamäe tee 181, Kauge tn 4 jne) ehitatud päikesekollektorite süsteemide tööd ja tõhusust ei ole veel kahjuks järjepidevalt analüüsitud. Kas ei peeta seda vajalikuks või puuduvad tehnilised võimalused vajalike parameetrite pidevregistreerimiseks.

Mõned firmade poolt pakutavate päikesekollektorite (PV-paneelide) andmed

Regulus (Eestis tarnijaks ja paigaldajateks Cerbos OÜ)

Tasapinnalistel päikesekollektoritel on suur klaasipind ning see on suure pinnaga päikesekiirguse neelaja. Päikeselise ilmaga on päikesepaneelide väljundvõimsus suur. Nad kasutavad ära enamuse päikeseenergiast, mis nende pinnale jõuab. Kasutatud materjalid garanteerivad kollektorite pikaalisuse ning stabiilsed parameetrid. Kõik mudelid on varustatud anodeeritud alumiiniumist raamiga ning vasest päikesekiirguse neelajaga, millele on vaakummeetodil peale kantud pikaaline neelav kiht. Nimetatud kiht on selektiivne: selle võime neelata kiirgust on kõrge, kuid soojuskadu hajumise tõttu väga väike. Karastatud katteklaas on purunemiskindel ning läbipaistev päikesekiirgusele. Soojusisolatsioon piirab soojuskadusid ning tõstab efektiivsust. Mineraalvillast isolatsiooni paksus on 2-6 cm, sõltuvalt päikesepaneeli mudelist.

Regulus'e päikesekollektorid on sertifitseeritud vastavalt EU standardile EN12975-2. See standard sisaldab muuhulgas efektiivsuse ja väljundvõimsuse mõõtmist ning mehhaanilise vastupidavuse testi, k.a rahekindlusele ning pikaajalisele ilmastikukindlusele.

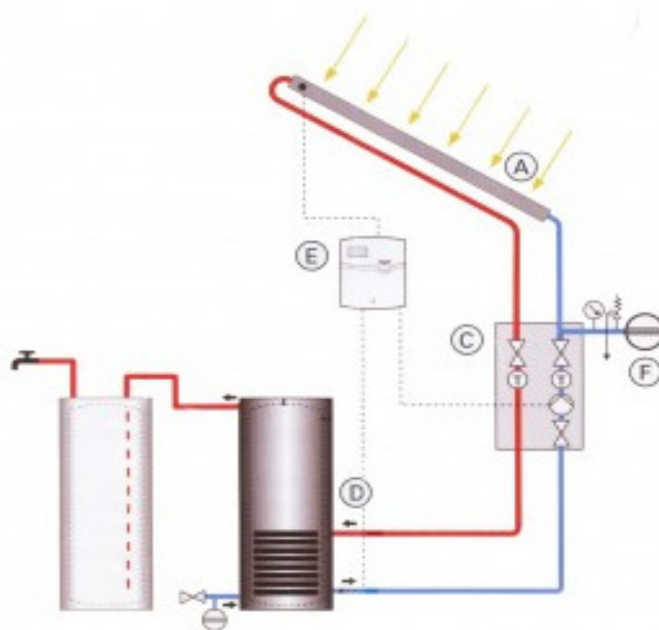
Rifht OÜ pakub seadmeid ja lahendusi päikeseenergia muundamiseks soojuseks ja elektriks.

Vee ja ruumide soojendamine päikesekollektoritega on Eestis järjest rohkem kasutamist leidmas. Valides õiged seadmed on võimalik katta väga oluline osa tarbevee soojendamiseks, ruumide kütmiseks või materjalide kuivatamiseks vajalikust energiast.

Päikeseküttesüsteemides kasutatakse põhiliselt kahte tüüpi kollektoreid: tasapinnalisi plaatkollektoreid ja vaakumtorukollektoreid.

Mõningatele Eestis teostatud esmaste uurimuste tulemustele tuginedes (Veli Palge, EMÜ, Mikk Maivel Mustamäe tee 181), tuleks Eesti oludes eelistada vaakumtorudega päikesekollektoreid, sest need suudavad päikesekiirgust tõhusamalt soojuseks muundada. Need on umbes 30-40% efektiivsemad sama pindalaga tasapinnalisest kollektorist. Nende eelistamise kasuks räägib seegi, et need toimivad samuti miinuskraadide juures ehk annavad sooja talvel päikesepaistega. Suureks plussiks on vaakumtorudega päikesekollektorite puhul võimalus päikeseenergiat kasutada ka suhteliselt pilviste ilmade korral (neelavad hajuskiirgust).

Vaakumtorukollektoritega soojavee süsteemi peamised komponendid on toodud järgneval joonisel (Joonis 1).



Joonis 1. Vaakumtorukollektoriga päikeseküttesüsteemi komponendid:

Vaakumtoru päikesekollektor või kollektorid (A), spetsiaalne soojavee boiler (D), paisupaak (F), tsirkulatsioonipump (C), süsteemi juhtimise kontrolleri (E).

Päikesekollektor paigaldatakse maja lõunapoolsele küljele ja tavaliselt katusele aga kollektori võib kinnitada ka seinal. Kollektori kaldenurk peab olema selline, et ta oleks enamuse päevaajast risti päikesega. Seega tuleb kollektori kaldenurga seadistamisel arvestada geograafilist laiuskraadi ehk siis Eestis on see ligikaudu 60°. Kui on soov kasutada rohkem kevadist ja sügist päikesekiirgust, võib kaldenurka veelgi suurendada. Kuid arvestada tuleb veel sellega, et kaldenurga suurenedes suureneb ka tuulekoormus kollektorile.

Süsteemi ülejäänud komponendid paigutatakse tavaliselt olemasolevasse kütte- või abiruumi.

Päikeseküttesüsteemid annavad suurema kasuteguri, kui neid kasutada lisaks sooja tarbevee tootmisele ka ruumide kütteks ning materjalide kuivatamiseks. Eriti hea ja lihtne on kasutada päikesekütet koos vesi-põrandaküttega. Selline süsteem vajab kahekontuurilist boilerit. Ühe kontuuriga köetakse tarbevett ja teine kontuur on põrandakütte jaoks.

Vaakumtorukollektori (Joonis 2) tehnilisi andmeid:

Torude arv	20 tk
Toru läbimõõt	Ø 58 mm

Mõõdud	1650*1980*100 mm
Pindala	2,1 m ²
Välisühendused	Ø 22 mm
Max. lubatud temp	270°C.
Lubatud rõhk	0,8 MPa.
Paigaldus nurk	20-70°
Raami ja kollektori katematerjal	alumiinium



Joonis 2. Vaakumtorukollektori välisvaade

Enamasti vaakumtorudega päikesekollektoritel KTU kasutatakse soojusisolatsiooniks vaakumit kahe klaastoru vahel. Sisemise toru välispinnale on kantud selektiivne neelav kiht. Kogutud energia juhitakse spetsiaalse lamelli kaudu vasktorus asuva vedelikuni. KTU päikesekollektorid on kasutatavad ka nõrga päikesekiirgusega (pilvisus, hajutatud kiirgus) ning madala õhutemperatuuri juures, saavutades samas suhteliselt kõrge soojendatava vee temperatuuri. Tänu neelava pinna torukujulisusele säilib efektiivne tööpindala horisontaalsuunas samana päikese liikumisel 110° võrra. Samal põhjusel võimaldab päikesekollektor püüda ka hajunud kiirgust: neelav pind on selle jaoks üle 3 korra suurem kui otsesele kiirgusele. Tänu sellele annavad KTU päikesepaneelid hea tulemuse ka halva ilmaga.

Päikesepatareid

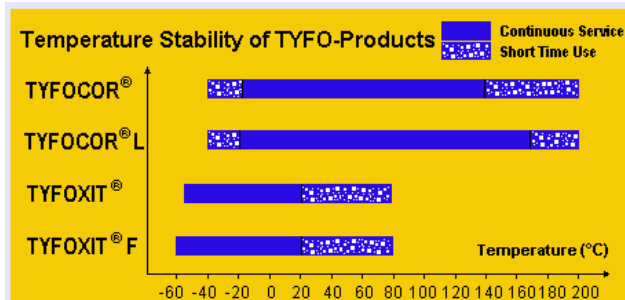
PV (photo-voltaic) paneelide tööpõhimõte seisneb pooljuhtide fotoelektrilisi omadusi kasutades muundada päikeseenergia elektrienergiaks. OÜ Rifht pakub päikesepatareisisid, mis on spetsiaalselt mõeldud paatide, autoelamute (-haagiste) jms elektrienergiaga varustamiseks.

2.1. Tarnitavates päikesekollektorites kasutatavad soojuskandjad

Päikesekollektorites kasutatavad soojuskandjale esitatavad nõuded on järgmised:

- 1) võimalikult kõrge keemistemperatuuriga;
- 2) kõrge aurustumistemperatuuriga ja kõrge soojusmahtuvusega ning -juhtivusega;
- 3) külmumistemperatuur peab olema madalam välisõhu temperatuurist;
- 4) ei tohi põhjustada metallide korrosiooni ja nendega reageerides soojuse levikut takistavat sadet;
- 5) ei tohi mõjuda lagundavalt tehnilistesse kummitihenditesse;
- 6) ei tohi olla tuleohtlik;
- 7) peab olema võimalikult odav ja vajadusel kättesaadav;
- 8) soovitatavalt mitte mürgine;
- 9) ohutu keskkonnale.

Päikesekollektorites kõige enam kasutatavad soojuskandjad (Joonis 3):



Joonis 3. Mõnede päikesekollektorites kasutatavate soojuskandjate temperatuuri stabiilsus.

Tootjaks on TYFOROP Chemie GmbH, Anton-Rée-Weg 7, D - 20537 Hamburg. (Tel: +49 (0)40 -20 94 97-0; Fax: -2094 9720; e-mail: info@tyfo.de; (http://www.tyfo.de/index_english.html))

Sisaldab: Etaan-1,2-diool/etüleenglükooli – milles etüleenglükooli > 90%; 2-etiülheksaanhapet (2-ethylhexanoic acid), naatriumsooli (sodium salt) 2% - 3% ning on seetõttu tugevalt oksüdeeruv ja mürgine (suukaudne surmav doos on 1,2-1,5g/kg).

Riskilauseid: Xn, R22; Xn R63; T,Xi R60, R61, R41; Ohutuslauseid: S2, S24/25, S46;

Vastavalt Jäätmeseadusele ja sellest tulenevale määrusele “Jäätmete ohtlike jäätmete hulka liigitamise kord“ §4. Ohtlike jäätmete liigitamine ohtlike ainete sisalduse alusel, on TyfoCOR töökeskkonnast välja sattudes ohtliku jäätmena liigitatav, sest vastavalt lõigetele 8) ärritavaks aineks (ohutunnus Xi) klassifitseeritud ja riskilausega R41 komponendi puhul ≥ 5 massi% ja 15) 3. kategooria teratogeenseks või reproduktiivset funktsiooni kahjustavaks aineks (ohutunnus Xn) klassifitseeritud ja riskilausega R62 või R63 komponendi puhul ≥ 5 massi%.

Etüleenglükool ehk 1,2-etaandiool (keemiline valem HOCH₂-CH₂OH)

See on värvusetu ja lõhnatu magus siirupitaoline mürgine hügrokoopne vedelik, mille keemistemperatuur on 197,8°C.

Glükool, glükooli ja vee segu

Tavaliselt on vahetult glükooli kasuks ehk suurem kui 35-40% temperatuuril 17/18°C 50%, sest lahjemate segude puhul võib tekkida süsteemi osade külmumine. Pumpade töö raskeneb, süsteemi takistus suureneb.

Vesi

Kasutatakse vaid sellistes kollektorites, mis on kasutusel vaid aprillist kuni novembrini või katusesse ehitatud päikeseseadmete puhul. Kuna vesi ei kannata miinuskraade, siis tuleb kollektorite tõrgeteta tööks neid jälgida (mõõta õhutemperatuuri ja jälgida ilmaprognoose). Kasutatakse ka vastavate anduritega süsteemis.

Solar

Mootoreis (päikeseküttesüsteemides), kus jahutussüsteemi detailid on alumiiniumist, ei tohi kasutada happelisi ja leeliselisi lahuseid, vaid kaltsineeritud sooda lahust. Katlakivi eemaldamiseks kasutatavate lahuste korrosiivsuse vähendamiseks lisatakse neile inhibiitorit (näiteks urotropiini).

Miinuskraadidel kasutatakse madalatel temperatuuridel külmuvaid vedelikke - antifriise (engine colants).

Koostis: EG- etüleenglükool + aditiivid + vesi või PG- propüleenglükool + aditiivid + vesi/.

Aditiivid (ehk lisandid) väldivad korrosiooni ja sadestite teket, vähendavad vahuteket ning annavad värvuse. Etüleenglükooli baasil saadud jahutusvedelikud on rohelised või

sinakasrohelist, propüleenglükooli baasil saadud (purpur-)punased. Mitmete soojuskandjate omadusi esitatakse alljärgnevas tabelis (Tabel 2).

Tabel 2. Soojuskandjatena kasutatavate vedelike (antifriiside) omadused.

Omadus	ASTM D 4656	ASTM D 3306	ASTM D 6257	ASTM D 5216	ASTM D 5345	ASTM D 4985
Kasutamistingimused	kerged	kerged	kerged	kerged	rasked	rasked
Lahjendus	+	-	+	-	+	-
Põhiaine	etüleen-glükool	etüleen-glükool	propüleen-glükool	propüleen-glükool	etüleen-glükool	etüleen-glükool
Suhteline tihedus 15,5 °C juures	min 1,065	1,110-1,146	min 1,025	1,030-1,065	min 1,065	1,110-1,146
Külmumispunkt, °C	max-37	max-37 ¹⁾	max-32	max -32,2 ¹⁾	max -37	max -36,7 ¹⁾
Keemispunkt, °C	-	min 163	-	-	-	-162,7
lahjendamata	-	-	-	-	-	-
lahjendatud	min 108	min 107,8 ¹⁾	min 104	min 107,8 ¹⁾	min 108	min 103,9 ¹⁾
Tuhk, massi%	max 2,5	max 5	max 2,5	max 5	max 2,5	max 5
Vesi, massi%	-	max 5	-	max 5	-	max 5
Räni, ppm (mg/kg)	-	-	-	-	max 250	max 250
Kloriidid, ppm (mg/kg)	max 25 ²⁾	max 25	max 25 ²⁾	max 25	max 25	max 25

1) Eelnevalt lahjendatud veega
2) Taastatud omadustega vedelikel ASTM D 6471 järgi max 33 ppm.

Jahutusvedelikest ASTM D 3306 ja ASTM D 5216 spetsiaaladitiivide lisamise teel valmistatud rasketes tingimustes töötavad vedelikud ASTM D 6210 ja ASTM D 6211 peavad sisaldama kas nitritit min 1 200 ppm või nitriti ja molübdaadi segu min 780 ppm. Nendest kummagi kogus ei tohi olla alla 300 ppm.

Etüleenglükool on mürgine. Sattudes organismi põhjustab kesknärvisüsteemi ja neerude kahjustusi; surmav doos on 1,4 g/kg kohta. Töötsoonis ei tohi ületada kontsentratsioon õhus 5 mg/m³.

Dietüleenglükool (2,2'- dihidroksüdiütüleeter)- HOCH₂CH₂OCH₂CH₂OH.

Etüleen- ja dietüleenglükooli baasil valmistatud antifriisid põhjustavad aga metallide korrosiooni, seetõttu lisatakse neisse korrosiooni inhibiitoreid - kaitseks lisatakse Na₂HPO₄, Na₂MoO₄, Na₂B₄O₇, KNO₃, dekstriini, kaaliumbensoaati jt.

GlycoShell Longlife

Monoetüleenglükoolil baseeruv kõrgekvaliteediline uue põlvkonna jahutusvedelik aastaringseks kasutamiseks. Sobib eelkõige moodsatele alumiiniummetallidest seadmetele. Mitte segada teist tüüpi jahutusvedelikega.

GlycoShell

Kõrgekvaliteediline monoetüleenglükoolil baseeruv jahutusvedelik aastaringseks kasutamiseks. Vastab paljude Euroopa mootoritootjate nõuetele ja sobib päikeseküttesüsteemidele.

ASTM D 3306, BS 6580 (1992), NFR-15601, BMW/69.0, MAN 324NF, MB 325.0, SAAB 6901599, Scania TB1451, VAG TL 774C, VW G11, Volvo 1286083

Antifreeze

Monoetüleenglükoolil baseeruv jahutusvedelik aastaringseks kasutamiseks. BS 6580 (1992), NFR-15601, ASTM D 3306.

SRÜs toodetavad antifriisid jagunevad kahte gruppi:

- lihtantifriis, mark 40 (40 M) ja 65 (65 M);

- mitmekomponendiline antifriis: TOCOJI-A 40 ja TOCQ/I-A 65. Sisaldavad vahuvastast manust ja värvainet. TOCOJI-A 40 on sinine, TOCOJI-A 65 punane. Lihtantifriis 40 on helekollane, 65 oranž. Arv tüübi nime järel tähistab külmumistemperatuuri. Täht M lihtantifriisi margis või A -

TOCOJI - tüüpi antifriisi margis näitab, et neis on erimanus tsingi kaitseks. Teistes antifriisides see puudub.

Antifriisidel on veega võrreldes suurem paisumistegur, mille tõttu ei tohi süsteemi täielikult täita. Töötamise ajal aurab antifriisist välja vesi. Taseme alanemisel tuleb süsteemi juurde valada destilleeritud vett. Tehnilise hoolduse ajal on vaja kontrollida jahutusvedeliku tihedust, sest 1,2-etaandiooli on külmumistemperatuur kõrgem kui lahusel.

Pikemaajalisel kasutamisel antifriisis olevate manuste aktiivsus väheneb märgatavalt ning seetõttu antifriis tuleb vahetada. Antifriiside käsitlemisel tuleb arvestada ka seda, et 1,2-etaandiool on surmavalt mürgine vedelik. Kui 1,2-etaandiooli on 10% ja destilleeritud vett 90% , siis tihedus on 1021 kg/m³ ning külmumistemperatuur - 3°C. Kui 1,2-etaandiooli on 52% ja destilleeritud vett 48% , siis tihedus on 1 071 kg/m³ ning külmumistemperatuur - 40°C. Kui 1,2-etaandiooli on 100% ja destilleeritud vett 0% , siis tihedus on 1 113 kg/m³ ning külmumistemperatuur - 105°C¹.

Märkused

Pocatello OÜ/Euronom AB esindus Eestis - Heatpipe tüüpi vaakumtorudel on tehase poolt pandud täpne kogus soojusekandjat eraldi igasse torusse. Kui see välja aurustub, tuleb vaakumtoru välja vahetada, mis on kulukas. Võib ka täita aga see ei ole nii täpne kui peab. Meie süsteemis ei ole niinimetatult igas torus eraldi soojuskandjat, on ühtne soojuskandja, mis läbib kõik vaakumtorud. Aja jooksul toimub kindlasti mingi aurustumine, aga see on minimaalne. Kui torud ja ühendused kusagilt ei leki, väidavad rootslased, et 10 aasta jooksul tuleks lisada kusagil 1-2 liitrit. Liitri hind 35 krooni+lisamine. Lisamise maksumus hetkel 500 kr kord (31,96 €).

Solex OÜ

Süsteemides kasutatakse külmumiskindlat soojuskandja kontsentrati FS (20l).

¹ http://www.eava.ee/opiobjektid/mto/automktyused/81_jahutusvedelikud.html

3. Erinevat tüüpi päikesepaneelide (lamekollektorid, vaakumtorukollektorid) eelised, puudused ja kasutusvõimalused üldiselt ning Eesti tingimustes

Päikesepaneelid ehk -kollektorid jagunevad kahte suuremasse gruppi. Enamlevinud on plaat- või lamekollektorid ja vaakumtorukollektorid. Viimasel ajal on hakatud tootma ka nn hübriidkollektoreid, kus kasutatakse päikesekiirgust nii elektrit tootvate fotogalvaaniliste elementide (PV-paneelide) käivitamiseks kui ka otseselt soojuskandjate (vedel, tahke, gaasiline) soojendamiseks.

Kollektorid paigaldatakse katusekattele või monteeritakse sarnaselt katusakendega katusesse. Kollektor täidab sel juhul samaaegselt katusekatte ülesannet, pole tarvis kollektorialust laotuspinda eraldi katta. Kollektorid saab paigaldada ka juba kasutuses olevale majale. Kollektori kasutegur sõltub mitmetest asjaoludest: hoone soojustuse tasemest, kollektori pinna suuruselt, kollektori suunast ilmakaarte suhtes, samuti kollektori kaldenurgast: väikseim 35°, maksimaalne 70°. Päikesekollektori optimaalseks orientatsiooniks loetakse lõunasuunda, kaldenurgaga, mis vastab asupaiga laiuskraadile. Eestis on sobivaimaks kaldenurgaks 45-60°.

Meie laiuskraadidel on realselt võimalik (majanduslikult õigustatud) päikese soojuse kasutamine sooja tarbevee saamiseks ja salvestamiseks alates märtsi algusest kuni septembri lõpuni. Päikeseküttesüsteemis peab kindlasti olema ka salvestuspaak, mis võimaldaks akumulierida soojust pilvisteks päevadeks. Sõltuvalt kaldenurgast on Eestis ühe kollektori tootmisvõimsuseks 80-120 kWh/m² kuus.

Pocatello OÜ kollektorid (PK) on turul enamlevinumatest vaakumtorukollektoritest ca 25% kallimad, selle põhjuseks on:

1. Tavapaneelide efektiivsuse kadu on aastas kuni 6%, PK omadel 0,2% aastas;
2. Tavapaneelide elueaks antakse 15 000-25 000 tundi, PK paneelidel 200 000 tundi;
3. Tavapaneelide vaakumtoru võib ära lõhkuda päikesepaistelise ilmaga linnujala puudutus, PK üks vaakumtoru talub kuni 80 kg raskust.
4. PK (Euronom AB) on 1987. aastast vaakumtorukollektoreid pidevalt täiustanud ja arendanud. Enamus firmasid on tootnud paneele ainult mõned aastad;
5. PK paneelide kõik materjalid on kõrgkvaliteetsed.

Mitmetes hiljutistes päikesekollektorite stabiilsust ja töökindlust puudutavates uuringutes on sedastatud, et mõnede odavfirmade päikesekollektorite torud on töö käigus raami seest välja tulnud või on vaakum torudest hajunud (õhk on pääsenud torudesse). Seda vaatamata asjaolule, et torud olid valmistatud vastavates tehastes ja hiljem testitud vastavates stendides. Plaatkollektoritel selliseid probleeme ei esine, kuid need ei ole niivõrd sobivad külmas kliimas, kuna ei võimalda vee temperatuuri tõsta samaväärselt vaakumtorukollektoritega².

3.1. Lamekollektorid

Lameda päikesekollektori (lamekollektori ka plaatkollektori) tööpõhimõte on üldtuntud elektrit tootvatest päikesepaneelidest vägagi erinev. Päikesekiirgus soojendab plaati, mis omakorda soojendab vett. Vesi juhitakse mahutisse ning sealt edasi tarbimisse. Oluline on teada, et plaatidega päikesepaneelid on ehitatud spetsiaalselt ühe eesmärgi jaoks – kuuma vee saamiseks. Tavaliselt on plaatide materjaliks vask ja raamid valmistatakse alumiiniumist ja ilmastikukindlalt töödeldud puidust.

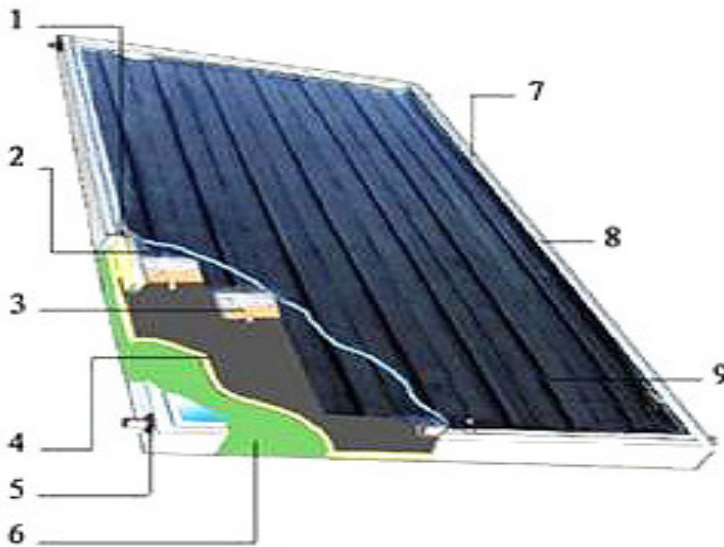
² PEA Energiaklass (<http://energiaklass.emu.ee/>)

Erinevused vaakumtorukollektorite ning vaskplaatidega lamekollektorite vahel on üldjoontes järgmised:

- Lamekollektorid ning nende paigaldus on tunduvalt odavam;
- Vaskplaatidega lamekollektor ei vaja akumulatsioonipaaki, kuna süsteemis ringleb vesi;
- Vaskplaatidega lamekollektor on madalama efektiivsusega;

Neid aspekte arvesse võttes sobib vaskplaadiga päikesekollektor rohkem suure veetarbimisega objektidele (nt farmidesse) ning vaakumtorukollektor kohtadesse, kus on tarbevee kõrval olulisel kohal ka näiteks põrandaküte (majapidamised, tervisekeskused, jne.)

Vaskplaatidega lamekollektorite kujunduse erinevused vaakumtorudega kollektoritest on näidatud alljärgneval joonisel (Joonis 4).



Joonis 4. Plaatkollektori konstruktsioon

1. Alumine klaaskate, 2. Vaskplaadi kate. Stiilne, must kroomplaat on vastupidavast materjalist, võimaldades efektiivsemat töötulemust, **3. Vaskplaat.** Võrdlemisi suured vaskplaadid kannatavad kõrgemat rõhku, saavutades küllaltki suure väljundvõimsuse, **4. Isolatsioonikiht.** Aitab vältida soojakadu ning tagada sellega ka parema töötulemuse, **5. Küttetoru, 6. Terasest alusplaat, 7. Alumiiniumist kaitsekiht.** See tagab stabiilsuse ning kaitseb paneeli niiskuse eest, võimaldab kerge juurdepääsu paneelile remondi ning hooldustööde tarvis, **8. Alumiiniumist raam.** Stiilne välimus ning korrosioonivastane kaitse. Raami küljes asetsevad kinnitused võimaldavad paneeli kergesti ning kiiresti paigaldada, **9. Pealne klaaskate.** Raam on kaetud spetsiaalse tugevdatud klaasiga, tagamaks paneeli pika elua ja täieliku kaitse niiskuse eest.

Erinevused vaakumtorukollektorite ning vaskplaatidega lamekollektorite vahel on üldjoontes järgmised:

- Lamekollektorid ning nende paigaldus on vaakumtorukollektoritest odavam.
- Plaatkollektorid on teadaolevalt madalama efektiivsusega, kui neid võrrelda vaakumkollektoritorukollektoritega esimese viie aasta jooksul (aastane energiasaagis on keskmiselt 15% väiksem). Kuna Eestis pole vastavaid testuurmisi läbi viidud, siis saab toetuda näiteks Saksamaal Deutsche Bundesstiftung Umwelt poolt teostatud töödele (vaata aruande elektroonses versioonis faili nimetusega **Deutsche Bundesstiftung Umwelt 2008 Test 3**);

Plaatkollektor WESTFA tugevaid külgi:

- Suveperioodil tootlikum, kuna päikeselisi päevi on rohkem (otsest päikesekiirgust);
- Pilvise ilmaga suudavad plaatkollektorid WESTFA paremini hajusat kiirgust püüda;
- Tugev kest (alumiiniumraam + karastatud katteklaas);
- Kasutusvõimalused (ka katusesse või fassaadi integreerituna) talveperioodil või pilves ilmaga on tootlikkus väiksem.

Eelnevaid aspekte arvesse võttes, sobib vaskplaatidega lamekollektor rohkem suure veetarbimisega objektidele (nt farmidesse) ning vaakumtorukollektor kohtadesse, kus on tarbevee kõrval olulisel kohal ka näiteks põrandaküte (majapidamised, tervisekeskused jne).

3.2. Vaakumtorukollektorid

Päikese kiirgusenergia kantakse paneeli(de)s ringleva vedeliku (etüleen-, propüleen-glükooli, glükooli ja nende vesilahuste) abil akumulatsioonipaaki, kus paagis oleva spiraalsoojusvaheti (torusiug) vahendusel soojendatakse tarbevett 50-70°C kraadini. Vaakumtorudega päikesepaneelid on ehitatud spetsiaalselt ühe eesmärgi jaoks - vee soojendamiseks küttesüsteemide ja tarbevee jaoks. Kogu protsessi juhitakse automaatikaplokiga.

Klaasist vaakumtorudega kollektorid on ligikaudu 15-25% efektiivsemad, kui lamekollektorid, kuna need võimaldavad päikesekiiri püüda peaaegu iga nurga alt. Tänu inhibeeritud soojuskandjatele kannatavad ka kaasaegsed vaakumtorukollektorid madalamat temperatuuri (kuni -40 C°), kusjuures on soojakadu viidud miinimumini. Need eelised võimaldavad päikesekollektori efektiivset töötamist ka karmis Põhjamaade kliimas kuni 10 kuud aastas kui päike paistab piisaval kõrgusel.

Vaakumtorudega paneelide eelised:

- Efektiivsed, sest vaakumtorude sfääriline efektiivpind salvestab neisse integreeritud neeldumispinna vahendusel pea kogu torule langeva päikesekiirguse;
- Soojuskandjaga varustatud vaakumtorukollektorid on töökindlad ja antud töö ajal saadud andmetele toetudes ka parimad Eestis päikesekiirguse optimaalseks kasutamiseks;
- Universaalsed montaaživõimalused nii katustele kui ka fassaadidele erineva paigaldusnurgaga (30-60°);
- Üksikute vaakumtorude ühendus on lihtne ja töökindel tänu võimalikule kollektorsüsteemile;
- Mustuskindlad;
- Kollektortoru ja paneeli sisemine soojusisolatsioon vähendab paneeli soojuskadusid;
- Lihtne monteerida tänu standardsetele kinnitussüsteemidele (Viessmann, Buderus, Euronom) ja vasest või roostevabast terasest painduvate torude pistikühendustele;
- Ühel küljel asuv peale- ja tagasivool, mis on ühendatud kollektori korpusesse integreeritud kogumistoruga vähendab kulutusi torustikule (Viessmann SIA Eesti filiaal);
- Vaakumtorus väga väikesed soojuskaod (Solex OÜ);
- Üsna väikesed kasutusriskid (vandalism, ilmaolud, rahe) ³.

Märkus Pocatello OÜ tarnitavate kollektorid Euronom kohta:

Paljude vaakumtorukollektorite efektiivsuse kadu aastas on üsna suur. Rootsisis mõõdetud ühe odava paneeli kadu oli 5,8% aastas. Sellise kao juures on tasuvusaja saabudes paneeli efektiivsus

³ www.viessmann.ee

umbes 20-30% esialgsest. Euronom'i vaakumtorud on toodetud kvaliteetsetest materjalidest Šveitsis ja paneelid kokku monteeritud Rootsis. Sellest tuleneb ka kõrge hind. 13 aasta jooksul, mil ExoSol seeria kollektor on turul olnud, on efektiivsuse kadu paneeli kohta ainult 1,9%. Euronom'i vaakumtorude eluiga hinnatakse ligi 50 aastani.⁴

3.3. Hübriidvaakumtorukollektorid

Esimene Eestis evitatav hübriidvaakumtorukollektor - ExoSol EU21 - toodab nii soojust kui ka elektrit tsirkulatsioonipumbale.

Seda kollektorit iseloomustavad, innovatiivne lahendus, moodne tehnika, kõrge efektiivsus, lihtne paigaldamise moodus, suhteliselt madalad paigalduskulud, iseseisva süsteemina toimimine, minimaalne keskkonnamõju ja vähene kulu toimimisel ning utiliseerimisel.

3.4. Päikesekollektorite hilisem utiliseerimine

Buderus OÜ pakub taaskasutuse võimalust (www.buderus.ee). Peale kasutuse lõppemist võib kollektorid tootjale tagasi anda. Siis suunatakse kasutatud materjalid keskkonnasõbralikku ümbertöötlusprotsessi.

Mõnede küsitletud firmade (Efipa AS ja SKS Võru OÜ) esindajad vastasid, et pole päikesekollektorite ja nendes kasutatavate materjalide ning ainete utiliseerimisele mõelnud, sest pole veel selletaoliste probleemidega oma töös kokku puutunud.

Enamuses päikesekollektorite tarnijate väitel pole päikeseenergia muundamiseks vajalike seadmete ja materjalidega ei nende paigaldamisel, eksploatatsioonil ega ka hilisemal utiliseerimisel mingeid probleeme, sest tekkivate jäätmete käitlemine toimub vastavalt Jäätmeseadusele.

⁴ Pocatello OÜ www.euronom.ee

4. Erinevate päikesekollektorite eeldatav toodang (arvutatakse sertifikaatide ja Eesti päikesekliima andmete alusel)

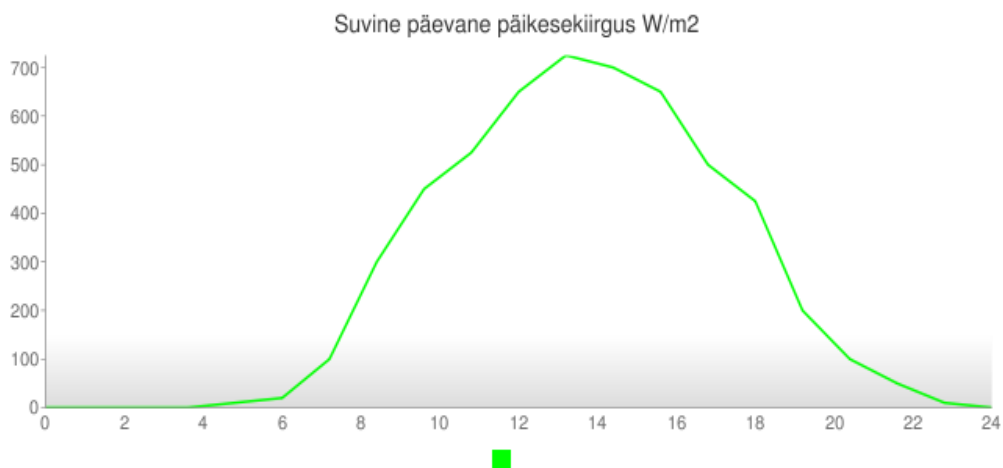
Päikesekollektorite suuremate tootjate kohta leiab andmeid välismaal avaldatavatest ajakirjadest ja Internetis olevatelt web-i lehtedelt.

Käesoleva töö raames otsiti Eesti Patendiameti andmebaasidest siin sisse antud päikesekiirguse abil sooja tarbevee, küttevee ja jahutuse tootmise teemalisi leiutisi ja kasulikke mudeleid. Sellekohased andmed nimetatud andmebaasides puuduvad.

Väidetavalt toodab Eestis päikesekollektoreid Rifht OÜ, kellelt pole õnnestunud saada vastavat toote sertifikaati ning teavet, kui palju RS-58-20 tüüpi kollektoreid on juba toodetud.

Järgnevalt on kahes tabelis (Tabel 3 ja Tabel 4) esitatud andmed päikesepaisteliste päevade keskmised arvud ja näitajad Eesti kohta, mis pärinevad Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudilt. Konkreetseid andmeid eeldatava toodangu kohta pole ühegi Eestis päikesekollektoreid tarnivate ja kasutatavate ettevõtete, objektide esindajate poolt esitatud.

Suvisel päikesepaistelisel ajal suudavad päikeseküttesüsteemid täielikult varustada energiaga (Joonis 5) suuremates hotellides, SPAdes jm tarbevee soojendamise süsteeme.



Joonis 5. Suvine päikesekiirguse tihedus ööpäeva lõikes

Tabel 3. Keskmised päikesepaisteliste päevade arvud kuus Eesti erinevates kohtades

Päikesepaistega päevade keskmine arv.													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	aasta
Kuusiku	9	13	21	24	27	27	29	26	23	19	10	6	234
Narva	11	15	22	25	29	27	29	28	23	19	10	7	245
Pärnu	12	14	22	25	29	28	30	29	26	22	13	10	260
Tallinn	10	13	22	25	29	29	30	29	26	21	11	8	253
Tiirikoja	11	15	23	25	29	29	30	29	26	20	11	8	256
Tooma	10	14	22	25	28	29	30	29	26	21	10	7	251
Tõravere	12	14	22	25	29	28	29	29	26	20	11	9	254
Vilsandi	13	15	23	25	28	28	30	30	27	23	15	11	268
Võru	9	14	21	25	29	27	30	27	25	20	11	6	244
Ülenurme	11	15	22	25	29	29	29	29	25	20	12	9	255

Ligikaudu kahel kolmandikul päevadest võib Eestis oodata kasvõi lühiajalist päikesepaistet

Tabel 4. Keskmise päikesepaiste kestus tundides ja standardhälve erinevates Eesti kohtades

Keskmised päikesepaiste kestused SS ja nende standardhälbed * (tundides)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	aasta
Kuusiku (1953-2000)													
SS	25	58	130	176	262	281	270	225	142	83	28	14	1694
*	13	24	53	49	47	47	54	49	33	26	25	8	176
Narva (1964-2000)													
SS	30	59	132	181	272	293	284	227	137	73	27	17	1732
*	16	23	45	47	46	48	54	56	32	25	16	10	139
Pärnu (1949-2000)													
SS	34	62	132	181	267	286	283	237	154	90	38	25	1789
*	14	25	51	49	50	52	58	52	39	26	18	13	187
Tallinn (1951-2000)													
SS	25	54	130	186	277	298	288	239	149	85	30	17	1778
*	13	23	48	48	52	40	54	54	35	26	14	9	154
Tiirikoja (1950-2000)													
SS	30	57	129	177	261	286	278	230	141	80	29	18	1716
*	13	23	46	45	45	43	49	54	34	28	15	11	164
Tooma (1950-1980) ja Jõgeva (1981-2000)													
SS	27	55	132	171	249	286	261	219	131	72	25	17	1671
*	13	23	49	48	43	39	48	51	29	22	14	10	174
Tõravere (1952-1958; 1967-2000)													
SS	33	61	128	169	246	266	258	213	136	78	31	22	1641
*	16	23	51	45	48	43	55	58	37	29	16	12	123
Vilsandi (1959-2000)													
SS	35	63	135	199	294	311	307	258	174	100	40	24	1940
*	15	27	47	53	49	47	63	48	30	25	15	12	175
Võru (1949-2000)													
SS	29	56	128	170	250	271	263	225	139	79	30	17	1657
*	18	20	46	43	49	49	57	56	36	30	16	9	140
Ülenurme (1953-1996)													
SS	33	62	134	177	254	279	269	219	139	81	32	23	1702
*	17	27	53	53	52	49	52	53	34	27	16	12	166

Näiteks viiekordsete paneelalamute keskmise aastase arvutusliku sooja tarbevee soojuse vajaduse (155 MWh) juures, on vaja kollektorit pinnaga 130 m² ja soojussalvestuspaaki mahuga 5,5 m³. Sellise hulga veega on võimalik keskmiselt varustada 135 inimest, kolme ööpäevaseks varuks oleks vaja vastavalt paaki mahuga 16,5 m³.

5. Päikesekollektoritega toodetava soojuse hind (arvutuslik ja tegelik, mis saadakse mõnede Eesti kasutajate ekspluatatsiooni andmete alusel) ja kollektorite kasutamise majanduslik tasuvus

Eestis pole päikesekiirguse abil toodetud soojuse hinna kujunemist teadaolevalt analüüsitud ja erinevate hoonete (suuremad ja väiksemad majad ning tervisekeskused, ujulad, jne) juures hinda välja arvatud, sest puuduvad vajalikud usaldusväärsed lähteandmed (pikemaajalised sooja tarbevee toodangu mõõtmiste tulemused jms). Vajalikke mõõtmisi on alustatud mitmete objektide (s.h katseseadmed) juures, nt Räägu 10, Mustamäe tee 181, EMÜ katsepaneel jt.

Mustamäe tee 181

2009. aasta lõpuks paigaldati päikeseküttesüsteem elamu Mustamäe tee 181 katusele (9 korrust – 144 korterit). Maja lamekatuse lõunapoolsele küljele on paigaldatud 64 paneeli kokku 1 920 vaakumtoruga. Vaakumtorud on asetatud katusele 55-kraadise nurga all. Täna sel päeval on see teadaolevalt Baltikumi suurim päikeseküttesüsteem, kus päikesekiirgust neelavat pinda on kokku 270 m². Kinnises veesoojendussüsteemis ringleb glükooli ja vee segu, mille külmumistemperatuur on alla –30 °C.

Vaakumtorukollektorid ja muud vajalikud seadmed osteti otse Hiinast. Seadmetiku paigaldas OÜ Anrebell. Otsuse tegemisest töötava süsteemini jõuti 3 kuuga. Vaakumtorukollektorite kasuks otsustati seepärast, et tehniliste näitajate põhjal arvati need (ZX-HPVT-01) siinse kliimaga teistest võimalikest kollektoritest paremini sobivat ja olid suhteliselt sarnaste omadustega kollektoritest odavamad.

Päikeseküttesüsteemi kasutatakse ainult tarbevee soojendamiseks. Päikesekollektorite väljundvõimsus tipp hetkel üle 200 kW ja sõltuvalt ilmast tagab see süsteem kogu kortermaja sooja tarbevee vajaduse. Aastaga loodetakse toota 200–250 MWh soojust, mis annaks rahaliselt kuni veerand miljoni kroonise kokkuhoiu aastas.

Maja keldrisse on paigutatud hetkel 4 mahutit, kuid vajadus on 2-3 korda suurema mahu järele. Siis oleks garanteeritud sooja tarbevee optimaalne varu ka pikematel vihma- ja pilvistel perioodidel. Koheselt vajaliku mahuga mahutite paigalduse tegi keerukaks asjaolu, et kitsastesse keldriruumidesse polnud võimalik suuri anumaid paigutada. Päikesepaisteliste ilmade korral võivad olemasolevad mahutid jääda väikeseks, sest süsteem võib liialt kuumeneda ja vajaks jahutamist. Alternatiiviks on soojavee edasimüümine lähedal asuvatele korterelamutele, sest vajalike trasside rajamine võib hinnanguliselt osutuda isegi soodsamaks, kui täiendavate mahutite paigaldamine.

Süsteemi rajamiseks võeti pangalaen. Hoolimata suurest investeeringust (ligikaudu 1,5 miljonit krooni süsteemile, 0,5 mln krooni rõdude kinni ehitamiseks) ei kasvanud korteriomanike arved. Peale laenu tagasimaksmist saab raha kasutada korteriühistule vajalike ehitus-, remondi- ja hooldustööde tegemiseks.

Reaalne tasuvusaeg sõltub peamiselt nn päikesetundide arvust ja kui palju suudavad energiat salvestada täiendavalt 2010. a sügisel paigaldatud kaks lisaakumulaatorit. Paar keskmisest päikesepaistelise mat suve lühendaks tasuvusperioodi veelgi. Ühistu esimees (Jaanus Raudsepp) loodab, et projekt tasub ära 6–8 aastaga. Esialgsetele mõõtmistulemustele põhinevalt (TTÜ doktorand Mikk Maivel) võib tasuvusaeg kujuneda siiski 10 aasta pikkuseks. Kui kombineerida päikesekollektoreid maasoojuspumbaga, siis lüheneks tasuvus 60%-se küttekoormusega (st peale sooja tarbevee kaetakse osa hoone küttekoormust) 3,9 aastani ja 30%-se puhul 6 aastani.

2010. aasta jaanuaris, kui väljas külma oli –15°C ning päike paistis neli tundi, tõstsid vaakumtorukollektorid sellel päeval soojavee süsteemis maksimaalselt temperatuurini 45°C.

Väidetavalt on süsteemi lihtne hooldada. Iga vaakumtoru saab iseseisvalt vahetada ning seda on võimalik teha kiirelt. Mustust ja lund ladestub süsteemile minimaalselt. Esiteks kaldenurga tõttu, teiseks puhub tuul torude vahelt läbi ning puhastab seda omakorda. Kuna 2009/2010 oli lumerohke talv, käis ühistu esimees paaril korral katusel harjaga kollektoritelt lund lükkamas.

Selle maja soojusenergia maksis jaanuaris-veebruaris 12 – 14 kr/m².⁵ Väidetavalt pole selles lokaalsel gaasküttel töötavas majas kogu ja ainult päikesega toodetud soojuse hinda välja arvestatud, sest puuduvad vastavad mõõteseadmed (Mikk Maivel, detsember 2010).

Seetõttu on võrdluseks välja pakkuda Rootsi ettevõtte S-Solar andmete toetuv arvestus, et 100 m²-se pinnaga lamekollektoritega (Orbit) aastas muundatav päikesekiirguse hulk oleks 45 000 kWh/a ja 20-30 aastaks planeeritud soojuse hind seega ligikaudu 60 €/kWh ehk 938,80 kr/kWh⁶

S-Solar andmetel toodetakse Rootsi eramajades päikesega keskmiselt 5 500 kWh/a ja samaaegselt on kogu energiatarbimist vähendatud ca' 21%. Baseerudes praegusele energiahinnale on planeeritav tasuvusaeg 4 ½ aastat ning hinnaks 30-70 ööri/kWh ehk 0,51-1,19 kr/kWh (510-1190 kr/MWh) järgmise 20 aasta jooksul.

On päikeseküttesüsteeme, mida saab kasutada vaid tarbevee soojendamiseks, kui ka selliseid, mis annavad lisaenergiat hoone küttesüsteemi. Süsteemid, mis täidavad mõlemat eelnimetatud funktsiooni, võimaldavad Eesti kliimatilistes tingimustes kogu aastast soojuse vajadusest katta 20 – 60%. Ainult tarbevee soojendamiseks ettenähtud päikeseküttesüsteemid võimaldavad aastast kogu soojuse kasutust vähendada 5–15%. Kombineeritud päikeseküttesüsteemi hind on 2–2,5 korda kõrgem üksnes tarbevee soojendamise süsteemi hinnast, kokkuvõttes soojuse pealt on aga kuni kaheksa korda suurem. Päikeseküttesüsteem on töökindel ja ühekordne investeering, edaspidi kulub raha soojusega varustamiseks, võrreldes muude küttesüsteemidega, suhteliselt vähem.

Päikesekollektorite hinnad on väga erinevad. Päikeseküttesüsteemi koguhind jaguneb laias laastus kolmeks osaks: 1/3 kollektor, 1/3 akumulaatoripaak ja 1/3 paigaldus- ja ühenduskulud. Oluline faktor alginvesteeringu tegemisel on kasutusaja – mida pikem see on, seda suurem on tasuvus. Tasuvusajaks arvestatakse praeguste kütusehindade juures umbes 15 aastat. Arvestades aga fossiilsete kütuste järjepidevat ning paratamatut kallinemist, lüheneb päikesekollektorite kasutusaja nende efektiivsuse tõusu ja kasutusse võetavuse suurenemisel. Enamik kollektoreid säilitab 100% tootlikkuse 25–30 aastaks. Erinevatest elementidest kohapeal katusesse monteeritavate seadmete parameetrid püsivad muutumatuna 50–60 aastat. Kollektorid ei “kustu” päevapealt, kuid nende tootlikkus võib hakata langema märkamatuks.

Päikeseküttesüsteemist saadava soojuse hind on konkurentsivõimeline teistest energiaallikatest saadava soojuse hinnaga. Päikeseküttesüsteemis soojendatud vee hind on soodsam elektriga soojendatud veest samadel sooja tarbevee temperatuuridel (45-55°C). Kaasaegne päikeseküttesüsteem on täisautomaatselt töötav süsteem, mis teeb tema kasutamise mugavaks. Eksploataatsioonikuludena esinevad peamiselt kulutused pumba ja automaatika tööshoidmiseks.

Euroopas töötavad suured päikesekütte- ja -jahutusjaamad

Sõltuvalt paneelide suurusest maksavad suured päikeseküttejaamad 200 – 300 €/m². Toodang on põhjamaades ligikaudu 500 kWh/m² ja Sardiinial 1000 kWh/m² aastas. Tegevus- ja juhtimiskulud on ligikaudu 0,8 €/MWh ja finantseerimise maksumus 20 €/MWh kui päikeseküttejaama ruutmeetri maksumus on 250 €/m². Tootmise omahind on: (20 €/MWh+0,8 €/MWh)/0,5 MWh/m² = 41,6 €/MWh.

Suured päikeseküttejaamad on kasutatavad ka jahutussüsteemides. Samas, et nad konkureeriks kompressorjahutitega, peaks seejuures elektri hind olema vähemalt 5 korda kõrgem soojuse

⁵ Eesti Päevaleht (13.08.2010) <http://www.epl.ee/artikkel/581758>

⁶ S-Solar, <http://en.ssolar.com/LinkClick.aspx?fileticket=2t0rVU9KagY%3d&tabid=633&mid=1734>

tootmise omahinnast päikeseküttejaamas. Samuti peab olema jahutamise tarbeks kõrgem vee temperatuur (80 – 95°C), kuid koos sellega kasvab toodangu omahind. Sellepärast peab päikesejahutus olema kombineeritud sooja tarbevee tootmisega ja/või kaugküttega. Euroopas töötab praeguseks üle saja päikesejahutusjaama, millede väljundvõimus on 350 kW.

Allikad: www.iea-she-task38.org, www.solid.at, ajakiri *New Energy* (Nr 6, December 2010 65570).

5.1. Päikesekollektorite kasutamise perspektiivsemad valdkonnad Eestis

Tööstus, põllu- ja metsamajandus

Kuna energiahinnad pidevalt tõusevad, kasvab ka päikeseküttesüsteemide kasutamine meie laiuskraadidel peamiselt sooja tarbevee tootmiseks ja mitmetes tööstusprotsessides vajamineva soojuskandja eelsoojendamiseks ning materjalide kuivatamiseks (peamiselt vahemikus 40-90°C). Seega tasuks Eestiski tekstiili-, toiduainete töötlemise ja valmistamise-, keemia- ja lihatööstuses ning pesumajades ning autode pesemisega tegelevates ettevõtetes hakata enam kasutama päikesekiirgust soojuseks muundavaid seadmeid. Kasvumajade, väiksemate tööstushoonete ja farmide (2 000-3 000 m²) kütmine ning vilja, metsamarjade ja seente kuivatamine on samuti võimalik aprillist kuni oktoobrini madalatemperatuurilise sooja veega või õhuga. Saksamaa (ka Taanis) linnade kaugküttesüsteemide töö efektiivsuse tõstmiseks on ehitatud suuremahulisi (5 000 – 10 000 m³) maa-aluseid akumulatsioonipaake. Nende otstarbekuse kohta võiks ka Eestis tasuvusarvutusi koostada.

Suured objektid

Kaugküttesüsteemid, korterelamud, tööstusettevõtted, kaubanduskeskused, hotellid, SPAd, haiglad, ujulad.

Väikesed objektid

Eramud ja suvilad, hooldekodud.

6. Päikesekollektorite eksploatatsiooni- ja hoolduskulud

Päikesekollektorite eksploatatsiooni ja hoolduskulude kohta võiks saada lisaandmeid järgmiste objektide rajajatelt, konsultantidelt või hooldajatelt:

- 1) Mustamäe tee 181 – Mikk Maivel;
- 2) Valga lasteaed Kaseke – Tõnu Muring, Ago Siiner;
- 3) Vändra Haigla – Margot Peterson, Aadu Vares, Teolan Tomson;
- 4) Järvakandi, Staadioni 6 – Enno Alliksaar, Ants Tohvert, Elysium OÜ
- 5) Keila SOS lasteküla – Ivo Veerd
- 6) Paikusel eramajale paigaldatud päikesesüsteem – Margus ja Evald Kukk;
- 7) EPMÜ Tehnikainstituut – Veli Palge, Ivo Sild/ SunHeat OÜ;
- 8) Räägu 10a – Sander Saula, Toomas Laur, Efipa AS;
- 9) Jõhvi lasteaed „Pillerkaar“ - Sander Saula, Toomas Laur, Efipa AS.

Firma Pocatello OÜ/Euronom AB tähelepanekuid

Vaakumtorusid ei pea vahetama, kui neid juhuslikult keegi ära ei löhu. Ühe toru vahetamine võtab aega maksimaalselt 2 minutit. Vaakumtoru maksumus hetkel 750 krooni. Hooldustööde kulu pole võimalik ette näha, sest vastavalt nõuetele paigaldatud päikesekollektorid plaanilist hooldust ei vaja. Küll oleks aga vaja sellistel päikesekollektoritega varustatud objektidel rakendada nn energiahaldurit, kes jälgiks muude seadmete ja tehnosüsteemide kõrval ka päikesekollektorite igapäevast toimimist ning seisukorda. Energiahaldur jälgiks ja vajadusel korraldaks päikesekollektorite puhastamist lehtedest, lumest ja kõigest, mis sadeneb paneelidele või kollektortorudele.

Pocatello OÜ/Euronom AB paneelide puhul on väidetud, et vaakumtorusid võib pesta survepesuriga neid kahjustamata. Üks vaakumtoru kannatab 80 kg koormust. Paneeli peal võib vabalt kõndida normaalkaalus mees, ilma et midagi juhtuks.

Käesoleva töö tegemise käigus selgus kummaline tõsiasi, et eksploatatsiooni- ja hoolduskulude kohta tegelikult info puudub, sest lähteandmed pole ei tarnijate, paigaldajate ega kasutajate poolt talletamist väärivaks ja analüüsimiseks vajalikuks osutunud.

Tarnijad on rahuldunud võimalusega müüa maha seade, mida on muude ettevõttes müüdavate kaupade kõrval odavalt või enamasti reklaami eesmärgil päikesekollektoreid tootvatelt firmadelt odavalt või kingitusena prooviks saadud.

Päikesekollektoreid paigaldanud ehitusfirmad pole samuti olnud huvitatud päikesekollektorite vahendusel tegelikult saadavast soojushulgast (energiaaagisest), sest nende peaeesmärgiks on objekt valmis ehitada.

Vastavatele küsimustele nii eksploatatsiooni käigus tekkivate probleemide lahendamiseks (päikesekollektorites kasutatavate soojuskandjate kontsentratsiooni tagamine ja süsteemis vajaliku rõhu hoidmine), hooldustööde vajaduse ja kulude osas ammendavat infot Eestis töötavate päikesekollektorite kohta ei olnud võimalik saada. Antud töö käigus tehtavad järeldused Eesti kohta on seega üsna subjektiivsed.

7. Erinevate vaatluse all olevate päikesekollektorite efektiivsuse ja Eesti tingimustesse sobivuse hindamise indikaatorite maatriks (reiting - paremusjärjestus)

Reaalsete eksploatatsiooniliste andmekogude tekkimisel oleks võimalik võrrelda Eestisse paigaldatud või paigaldada soovitavate päikesekollektorite tehnilisi näitajaid ja käiduparameetreid ning hinnata seega nende mõttekust ja sobivust juba enne objektidele paigaldamist.

Käesoleva töö käigus on pakutud välja nn efektiivsuse ja sobivuse hindamise indikaatorite maatriks.

Vastavad hindamise kriteeriumid on tuletatud lähtuvalt päikesekollektoritele esitatavatest nõuetest (Euroopas ja seega ka Eestis on olemas ka vastavad standardid) ja nende käidul oodatavatest tulemustest.

Kriteeriumeid on hinnatud numbriliselt. Hinnangu saamiseks tuleb erinevad näitajad liita ja maksimaalsete hinnetega tulemid on parimad. Tabelis nr 5 on esitatud päikesekollektoreid enam iseloomustavad näitajad (vt ka aruande elektroonses versioonis faili „Maatriks_3_12_2010.xls“).

Tabel 5. Päikesekollektorite tõhususe ja Eesti tingimustesse sobivuse hindamise kriteeriumid

Hindamise kriteeriumid (arvväärtustena väljendatavad) :	1-ei rahuldav; 2-natuke rahuldav; 3-rahuldav; 4-hästi rahuldav; 5-väga hästi rahuldav		
Hindamine :	Efektiivsuse ja sobivuse hindamiseks liidetakse kriteeriumide väärtused ning liitmise tulemusena saadavad vähimad näitavad päikesekollektorite ebaefektiivsust ja mittesobivust Eesti kliimasse		
Näitaja	Indikaatorid	Plaatkollektorid	Vaakumtorukollektorid
Efektiivsuse näitaja	Tegelikud töötunnid aastas (h)	0	0
Efektiivsuse näitaja	Energiasaagikus (kWh/m ² /a)	0	0
Efektiivsuse näitaja	Elektrienergia vajadus (kWh/toodetud MWh-i kohta)	0	0
Efektiivsuse näitaja	Soojusenergia hind (MWh)	0	0
Efektiivsuse näitaja	Kulud toodetud energia kohta (kr/MWh a)	0	0
Efektiivsuse näitaja	Kasutusiga (aastad)	0	0
Efektiivsuse näitaja	Hoolduste arv aastas (kord)	0	0
Efektiivsuse näitaja	Hoolduste arv kasutusajal (kord)	0	0
NB! Maksimaalsete hinnetega tulemid on parimad!			
Efektiivsuse tulem:		0	0
Sobivuse näitaja	Külmakindlus (kuni -50°C)	0	0
Sobivuse näitaja	Maksimaalne (stagnatsiooni-) temperatuur (salvestatav)	0	0
Sobivuse näitaja	Vastupidavus eri tüüpi soojuskandjatele (täitevedelikele)	0	0
Sobivuse näitaja	*Soojuskandja lisamine kasutusajal (liitrit aastas olemasolevale lisaks)	0	0
Sobivuse näitaja	**Soojuskandja lisamine kasutusajal (kordi)	0	0
Sobivuse näitaja	***Avariide/remontide arv aastas (kordi)	0	0
Sobivuse näitaja	****Optimaalne paigaldusnurk (°)	0	0
Sobivuse näitaja	*****Soojavee toomiseks sobilik (%)	0	0
Sobivuse tulem:		0	0
NB! Maksimaalsete hinnetega tulemid on parimad!			
SOBIVUSE NÄITAJAD	* 100% - kriteeriumi hinne 1 75% - kriteeriumi hinne 2 50%-kriteeriumi hinne 3 25% - kriteeriumi hinne 4 0% - kriteerium 5 0% - kriteeriumi hinne 5		
	** 12 korda aastas - kriteeriumi hinne 1 1kord aastas - kriteeriumi hinne 2 0 korda aastas - kriteeriumi hinne 3 0 korda kuus - kriteeriumi hinne 4 0 korda - kriteeriumi hinne 5		
	*** 12 korda aastas - kriteeriumi hinne 1 1kord aastas - kriteeriumi hinne 2 0 korda aastas - kriteeriumi hinne 3 0 korda kuus - kriteeriumi hinne 4 0 korda - kriteeriumi hinne 5		
	**** kuni 15 ° - kriteeriumi hinne 1 kuni 15-30 ° - kriteeriumi hinne 2 kuni 15-60 ° - kriteeriumi hinne 3 kuni 15-180 ° - kriteeriumi hinne 4		
	***** 0% kogutarbimisest - kriteeriumi hinne 1 20% kogutarbimisest - kriteeriumi hinne 2 50% kogutarbimisest - kriteeriumi hinne 3 75% kogutarbimisest - kriteeriumi hinne 4 100% kogutarbimisest - kriteeriumi hinne 5		

8. Tehnilis-majanduslikust aspektist Eesti jaoks sobivaimate päikesekollektorite tüüpide (tootjate) väljaselgitamine

Hinna poolest.

SKS Võru OÜ - Eestis tarnitav lamekollektor on art nr 7700965 TopSon F3-1.

Baasmüügihind Eestis on 9 990 krooni + 20% KM.

Sobilikud päikesekollektorid (Orbit ja Zenit S-Solar AB-lt Rootsist; Buderus; KTU10, KTU15, KPA1 Cerbos OÜ/Regulus:

- Sobivad kombineeritult (vajadusel iseseisvalt ehk sõltumatult ja üheskoos teiste süsteemidega) töötama teiste energiasüsteemidega;
- On töökindlad meie kliimaatilises piirkonnas töötamiseks;
- On majanduslikult (riiklikule toetussüsteemile tuginevalt) 10-15 aastaga tasuvad,
- On ohutud kasutamisel ja võimalikud ohud paigaldamisel, teenindamisel ning utiliseerimisel on ohjatud;
- On standardiseeritud ja Eestis kasutamiseks heaks kiidetud;
- On keskkonnasõbralikud.

Movek Grupp OÜ hinnangul on kõige efektiivsemad SolEnergiteknik'ü vaakumtorukollektorid ja nad paigaldavad neid, kuid peamiselt soojuspumpsüsteemide täienduseks, kus päikeseenergiat kasutatakse nii kütteks kui tarbevee soojendamiseks.

Praegu müüakse põhiliselt 24 toruga kollektoreid (tootja teeb veel 18 ja uuest aastast ka 30 torulisi kollektoreid) üks vaakumtoru maksab 600 krooni ja 24 toruga komplekt 14 000 krooni. Süsteemis kasutatakse roostevaba paaristorustikku hinnaga 650 krooni meeter. Vajalik on ka pumbasõlm ja automaatikaplokk. Kasutatakse Steca automaatikat.

BGS Baltic Green Solutions OÜ pakub Rootsi ettevõtte SunSwede TM soojustatud päikesekollektoreid SunSwede 40 ja SunSwede 70, mis on väidetavalt sobilikud ruumide kütmiseks ja ka jahutamiseks. Hinnad on vastavalt 13 360 (853,86€) ja 16 970 (1 084,81€) eest krooni koos 20%-lise käibemaksuga.

9. Kokkuvõtte koos järeldustega

Vastavalt Eesti Energiatehnoloogia programmi (ETP) prioriteetidele taastuvate energiaallikate kasutamise edendamiseks, tuleb enam rakendada uusi, peamiselt taastuvatel energiaallikatel põhinevad tehnoloogiad, millede hulgas nähakse ka innovatiivseid päikeseenergeetika lahendusi.

Eestis propageerivad päikesekollektorite kasutamist väga paljud ettevõtted, kus aga tegelikud kogemused ja analüüsimiseks vajalikud andmed päikeseenergia tegeliku rakendamise kohta on väikesed (riiklikud objektid) või puuduvad üldse (erasektoris).

Väheste saadud andmete analüüsi tulemusel saab väita, et päikeseenergia efektiivseks muundamiseks tuleb kollektorid paigutada kohta, mis saab päeva jooksul kõige rohkem otsest päikesekiirgust. Seega on väga tähtis, millise nurgaga ning millisesse ilmakaarde suunatuna kollektorid paigaldatakse. Eestis saadud andmetele tuginedes on optimaalne paigaldada kollektorid suunaga lõunasse ja 30-60° nurga all. Suurema võimsuse saavutamiseks lülitatakse jadamisi mitut kollektorit.

Kuna Eestis veel päikesekollektorite pikemaajalised eksploatatsioonilised kogemused puuduvad, siis on paljudel juhtudel andmebaasis esitatud ettevõtted viidanud välismaiste koostööpartnerite poolt ammutatud kogemustele, teostatud tööde hulkadele ja Eestis toimivate süsteemide positiivsetele näitajatele. Käesolevaks ajaks pole veel ükski ettevõtte avaldanud andmeid eksploatatsiooni jooksul tekkinud hooldus- ja remonditööde põhjuste, sageduste ja koguste kohta, sest ilmselt taolist arvestust ka enda tarbeks ei peeta vajalikuks

Tulenevalt päikesekiirgusel töötavate energiamuundamisseadmete madalast kasutustundide arvust, pole vaatamata võimsuse suurele kasvule toodetava energia hulk suur ja ainukasutamiseks sobilik. Päikesekiirgusega toodetava sooja tarbevee vajaduse saaks aprillist kuni oktoobrikuuni hinnanguliselt katta 50-70%-liselt,⁷ mis tähendab, et päikeseküttesüsteemid sobiks Eesti tingimustes integreerida teiste energiat tootvate ja salvestavate süsteemidega. Sõltuvalt kaldenurgast on Eestis ühe kollektori tootmisvõimsuseks 80-120 kWh/m² kuus.

Kõige enam on päikeseenergia rakendamine leidmas kasutust nn komplekslahendusena ehk keskküttelahenduse ühe osana. Päikeseenergia baasil sooja tarbevee tootmine toimub peamiselt suvisel perioodil, mil on võimalik ka majanduslikult kasumlikult päikeseenergiat muundada, ning varakevadel ja hilissügisel perioodil annavad päikesekollektorid mõningase lisa hoonete kütmiseks.

Käesolevaks ajaks pole veel ükski Eesti ettevõtte avaldanud andmeid päikeseküttesüsteemide eksploatatsiooni jooksul tekkinud hooldus- ja remonditööde põhjuste, sageduste ja koguste kohta, sest ilmselt taolist arvestust ka enda tarbeks ei peeta vajalikuks. Põhjalikuks analüüsiks on aga vaja objektiivseid andmeid ja seda just meie kliimatingimustes töötavate päikeseenergia süsteemide töö efektiivsuse ning materjalide vastupidavuse hindamiseks.

Mõningatele Eestis teostatud esmaste uurimuste tulemustele tuginedes, tuleks Eesti oludes eelistada vaakumtorudega päikesekollektoreid, sest need suudavad päikesekiirgust tõhusamalt soojuseks muundada. Need on umbes 30-40% efektiivsemad sama pindalaga tasapinnalistest kollektoritest.

Antud töö käigus tehtavad järeldused Eestis kasutatavate päikesekollektorite kohta on väga subjektiivsed ning tõeste andmete saamiseks tuleks kasutada toimivatelt objektidelt aastaringelt mõõdetud suurusi.

⁷ <http://setis.ec.europa.eu/technologies/Solar-heating-and-cooling>.

Kuna Eestis pole päikeseenergia teemavaldkonnaga aktiivselt tegutsevat ühendust ja loodud veel ka vastavat mittetulundusühingut, siis on antud uuringuga hangitud andmeid võimalik kasutada vastava ühistegevuse alustamiseks ja arendamiseks.

Euroopa Liidu päikeseenergeetika valdkonna arengutest

Järgnevatel aastatel loodetakse Euroopa Liidus saavutada kiireid edusamme päikesekiirguse muundamise seadmete kasuteguri tõstmisel, mis võib võimaldada päikesekiirgusel põhineva energia tootmist ka Eestis.⁸

Detsembrikuu ajakirjas *New Energy* (2010, nr 6) on esitatud artikkel Saksamaa mitmete linnade kaugküttevõrke toetavatest päikesekollektorite süsteemidest. Näiteks on Crailsheimi linna paigaldatud 7 000 m² päikesekollektoreid ja nendega lühiajaliseks kasutamiseks vajaminevad 100 m³ ja 480 m³ mahutid ning 20 000 m³ suurune maa-alune soojavee akumulaatoripaak, millede koguinvesteering maksis 7,8 miljonit eurot. Soojuse hinnaks on plaanitud seal saada 6,55 euro senti (ca 1 Eesti kroon) kWh-i kohta, mis on fossiilkütustega saadavast soojusest pea 30% odavam.

Huvitavaid andmeid päikesekollektorite kasutamise visioonide kohta Euroopas leidub veel ka ajakirjas *Sustainable Energy News* (Nr 71, 2010 www.inforse.org/europe/VisionEU27.htm), kus ennustatakse aastaks 2040 nn solaar-termaalse energiatootmise (päikesekütte) suuremat osakaalu võrreldes fotoelement-paneelidega (PV-paneelidega).

2006-ndaks aastaks oli Euroopas installeeritud nn solaar-termaal süsteeme koguvõimsusega 13 GW_{th}, mis tootis ligikaudu 0,7 Mtoe kasutamiseks sobivat energiat. Ainult väike osa installeeritud võimsustest (ca' 30 MW_{th}) tootis madalatemperatuurilist soojust Euroopa tööstussektoris tootes ca' 1,5 toe.

Päikesekiirguse muundamise potentsiaal kütte- ja jahutussüsteemide energiaga varustamiseks on Euroopas suur ja seda just peamiselt elumusektoris.

Vastavalt EU-27 eesmärkidele peaksime solaar-termaal süsteemide installeeritud võimsusteks saavutama 52 GW 2020. aastaks ja 135 GW 2030. aastaks. Maksimaalseks potentsiaaliks neile süsteemidele on aga hinnatud Euroopa Liidu (EL) liikmesriikides kuni 320 GW 2020. aastaks ja 700 GW 2030. aastaks, mis loodetavasti moodustaks ELi soojuse vajadusest ca' 3% 2020. aastal ja 7% 2030. aastal.

⁸ EL 29.05.2010 eelnõu