

# **Tehnikainstituudi katusel oleva päikesekollektori energiasalvestus erinevatel aasta-aegadel**

Veli Palge, Margus Arak, Erkki Jõgi

EMU Tehnikainstituudi käsutuses on veesoojenduse komplekt TiSUN SWS 2,5W/BE200, mille koosseisus on:

- päikesekollektor FM-S, 2160x1180 mm, kogupind 2,55 m<sup>2</sup>,
- kahe torusoojusvahetiga soojustatud sooja vee paak BE-SSP 200 dm<sup>3</sup>,
- solaarjaam SD25-RD koos pumbaga Wiko Star ST20/6,
- kahe paagisensori ja kahe välissensoriga elektrooniline temperatuurierinevuste kontrolleri kaheringilistele päikeseküttesüsteemidele N-DUPLEX,
- soojusarvesti RESOL WMZ,

See teisaldati Tehnikainstituudis 2012. aasta suvel selleks spetsiaalselt kohandatud töökohale: päikesekollektor Tehnikainstituudi katusele ehitatud platvormile (joonis 1) ja akupaak koos vajalike lisaseadmetega selleks spetsiaalselt ettevalmistatud ruumi (joonisel 2 paremal).



Joonis 1. Päikesekollektori eestvaade. Ülal vasakul on näha päikesekiirguse andur, paremal klaasi alt „kumab“ heleda joonena klaasialuse temperatuuri andur.



Joonis 2. Vasakul päikesekollektor külgvaates, paremal – kahe torusoojusvahetiga 200-liitrine soojustatud sooja vee paak BE-SSP: paagi esipinnal on näha solaarjaam SD25-RD koos kontrolleri N-DUPLEX, millest vasakul asuvad paagis asuvate solaarjaama andurite paigalduskohad.

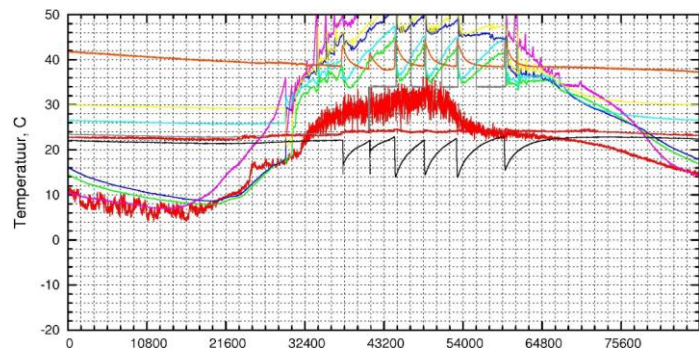
Päikesekollektor tõsteti platvormi tasandist umbes 1 m võrra kõrgemale vältimaks ventilatsiooniseadmete varjude sattumist kollektorile madala päikeseasetuse korral. Võrreldes varasemate aastate paigaldusega päikesekollektori asetust ilmakaarte ja horisondi suhtes ei muudetud. See tagab uute mõõteandmete võrreldavuse eelneva ajaperioodi kestel registreeritud mõõteandmetega.

Veesoojenduse komplekti käitumist uuritakse soojusarvesti RESOL WMZ ja arvutipõhise mõõtesüsteemi abil. Mõlema süsteemi mõõtetulemusi eksponeeritakse reaalajas täienevate graafikutega veebilehel aadressiga <http://en209.eau.ee/picolog/>

Joonisel 3 on esitatud näiteid veebilehel serveeritud graafikutest.

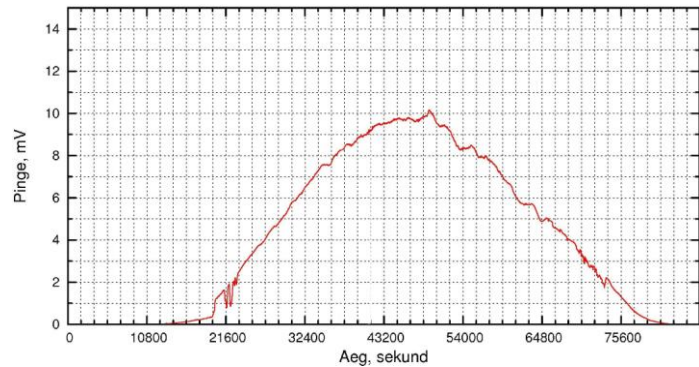
Soojusarvesti RESOL WMZ andmete põhjal esitatakse veebilehel graafikud pealkirja „RESOL Calorimeter“ all. Graafikute pealkirjale on lisatud ka graafikute koostamise aluseks oleva andmefaili nimi (näiteks „TextData\_20121107“) ja jooksev aeg, mis näitab ajahetke, millal viimati uuendati graafikut veebilehel.

Veesoojenduse komplekti käitumist fikseeritakse ka arvutipõhise mõõtesüsteemiga, mis registreerib temperatuure paneeli siseneva ja paneelist väljuva soojuskandja temperatuure ruumis ja paneeli juures, paneeli klaasi alust temperatuuri, välisõhu temperatuuri, mõõtesüsteemi ruumi temperatuuri, akupaaki siseneva külma vee temperatuuri, akupaagist väljuva sooja vee temperatuuri, paagist vett väljalaskva klapi olekut ja päikesekiirguse intensiivsust. Arvutipõhise mõõtesüsteemiga seotud graafikutele kantakse kokku 11 parameetrit.

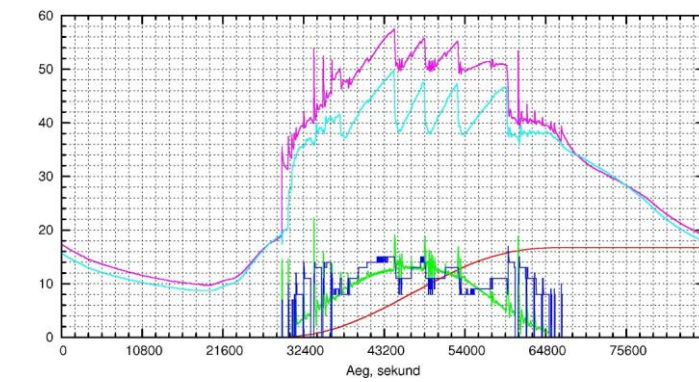


- Välis temperatuur
- SK paneeli katusel
- SK paneeli klasi all
- Temp. paneeli ruumis
- Külm sisenev vesi
- Akust väljuv soe vesi
- Väljalaskeklapi olek
- Ruumi temperatuur

Ümberseadistamine  
reequipment



- Kiirgus



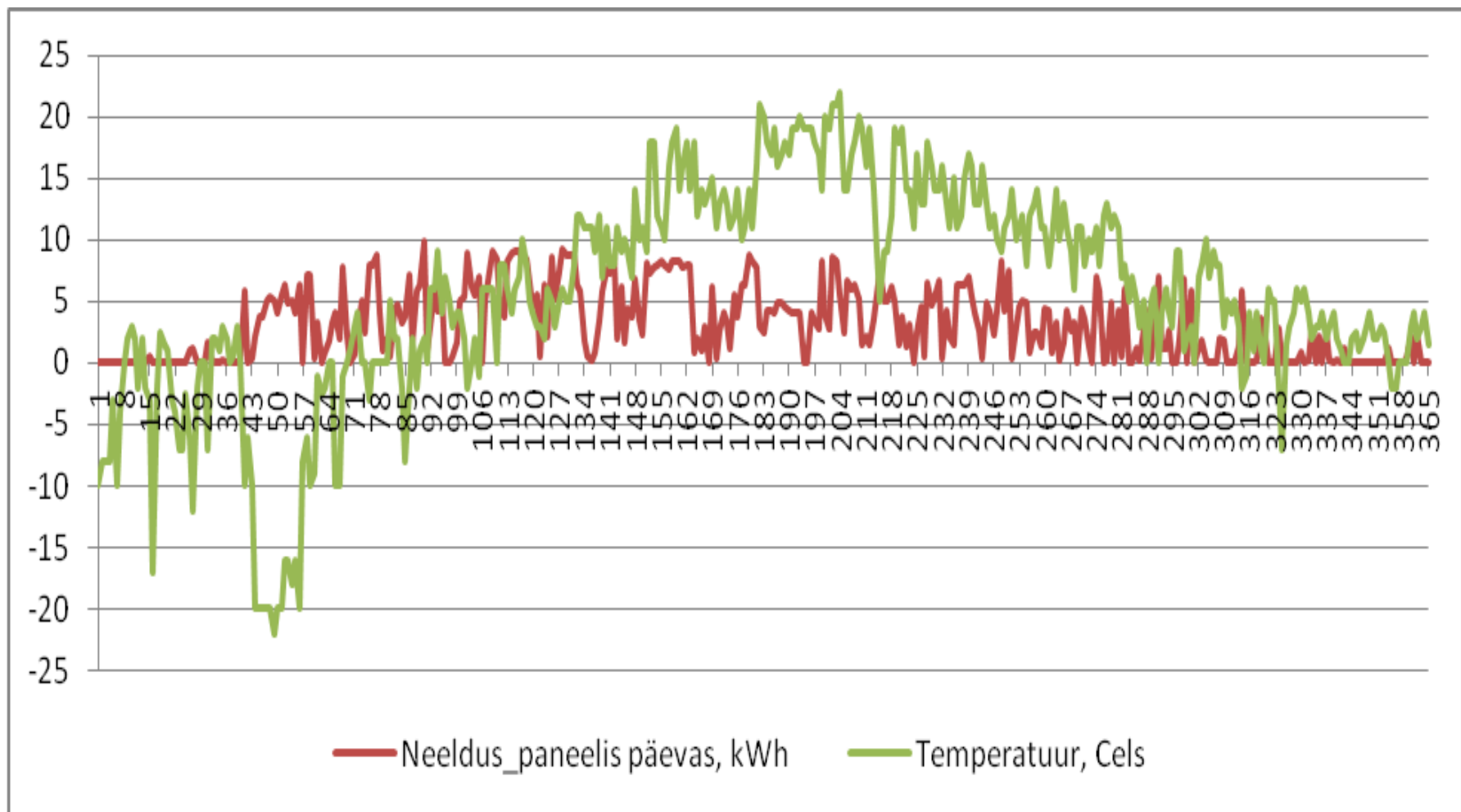
- Salvestunud energia / 500, W\*h
- Võimsus / 100, W
- Soojuskandja liikumiskiirus \* 100, m3/h
- Soojuskandja t.C kollektorist väljumisel
- Sooj-kndja t.C kollekt-sse sisene misel

Joonis 3. Veebilehel esitatavate graafikute näited. Ülemisel on esitatud (legendil ülalt alla) välis temperatuur, paneeli juures mõõdetud paneeli siseneva soojuskandja temperatuur, paneeli juures mõõdetud paneelist väljuva soojuskandja temperatuur, temperatuur paneeli klaasi all, akupaagi juures mõõdetud paneeli siseneva soojuskandja temperatuur, akupaagi juures mõõdetud paneelist väljuva soojuskandja temperatuur, akupaaki siseneva külma vee temperatuur, akupaagist väljuva sooja vee temperatuur, väljalaskeklapi olek, ruumi temperatuur. Keskmisel graafikul on esitatud horisontaalpinna kiiritustiheduse muutus. Alumisel graafikul on esitatud soojusmõõtja mõõtetulemused.

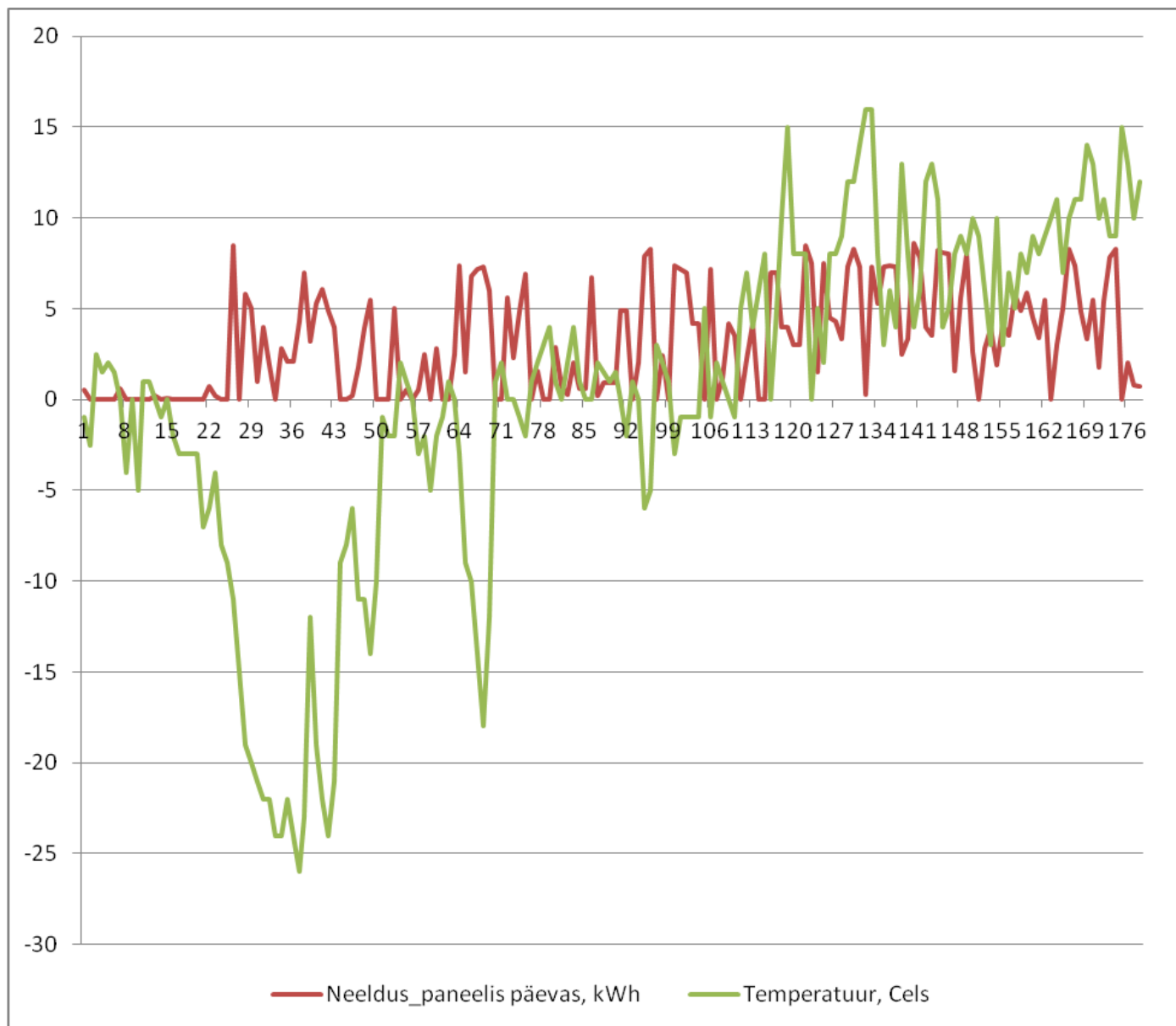
Viimase parameetri – päikesekiirguse intensiivsust väljendav graafik on esitatud eraldi graafikuna. See peegeldab horisontaalpinnale langeva kiirguse tihedust, tulemus on näidatud mõõteseadme signaali tugevust iseloomustavates millivoltides, kuid horisontaalpinna kiiritustiheduse  $W/m^2$  saamiseks tuleb millivoltides näidatud tulemus korrutada 86-ga.

Soojusmõõtja poolt mõõdetud tulemused on graafiku parema väljanägemise eesmärgil jagatud konstantidega. Graafikul esitatud suuruste jaoks saab seetõttu kasutada ühist teljestikku. Kõik temperatuurid (paneelist väljuva soojuskandja temperatuur ja paneeli siseneva soojuskandja temperatuur) on graafikul esitatud mõõdetud väärtustega, akupaaki salvestuva energia väärtust on jagatud 500-ga (esitatud punase joonega). Seetõttu tuleb tegeliku väärtuse teadasaamiseks graafikult saadav väärtus korrutada 500-ga. Näiteks, kui graafikult saame väärtuse 8, siis selle korrutis 500-ga annab meile 4000 W·h ehk 4 kW·h. Akupaaki ülekanduva soojusvoo vattides saamiseks tuleb aga graafikult (roheline joon) saadud väärtus korrutada 100-ga. Kui saame graafikult väärtuse 10, siis korrutis on 1000 W ehk 1 kW. Soojuskandja liikumiskiiruse graafiku esitamiseks on mõõdetud suurused hoopis korrutatud 100-ga. Seega tuleb graafiku skaalalt saadud väärtust jagada 100-ga. Näiteks graafikult saadud 9 m<sup>3</sup>/h jagatuna 100-ga saame 0,09 m<sup>3</sup>/h ehk 90 liitrit tunnis.

Paneelis neelduvat kiirgust ajateljel kirjeldavad joonistel 4 ja 5 esitatud graafikud. Joonisel 4 on esitatud välistemperatuuri °C (rohelise joonega) ja päevas neeldunud energia kW·h (pruuni joonega) väärtused 2011 aasta kestel, joonisel 5 samad parameetrid 2012 aastal kuni 26 juunini.



Joonis 4. Välistemperatuuri °C (rohelise joonega) ja päevas neeldunud energia kW·h (pruuni joonega) väärtused 2011 aasta kestel (nende summa graafikul näidatud perioodil 1142,75 kW·h).



Joonis 5.  
 Välistemperatuuri °C  
 (roheline joonega) ja  
 päevas neeldunud  
 energia kW·h (pruuni  
 joonega) väärtused  
 2012 aasta esimesel  
 poolel (nende summa  
 graafikul näidatud  
 perioodil 557,5 kW·h).



Kokkuvõtteks:

Veebis esitatud graafikute (üle 500 komplekti) ja neeldunud energia graafikute (joonisel 4 ja 5) võrdlemisel selgub, et paneelis neeldunud energia salvestub akupaaki ainult päikese otsese kiirguse langemisel paneelile. Kui päikest katavad pilved, siis ainult hajusa kiirgusvoo langemisel paneelile paneeli temperatuur alaneb kiiresti, tsirkulatsioonipump seiskub ja energia ülekannet akupaaki ei ole. Sellest lähtudes valisime paneeli asendi, mille puhul energia neeldumine paneeli oleks maksimaalne kevadise (sügisese) pööripäeva ajal.

Eksperimendis valisime sooja vee soovitavaks temperatuuriks 43 °C. Kui akus tõuseb temperatuur 43 °C -ni, siis lastakse osa vett akust välja samal ajal lisandub akusse külma vett veevarustussüsteemist. Kuna akupaak asub kohas, kus külma vee magistraalid kulgevad pikalt majas sees, siis meie katse tingimustes veevarustussüsteemist lisanduva vee temperatuur sõltub aastaajast. Suvel on lisanduva vee temperatuur sõltuvalt ilmastikutingimustest on 15...18 °C, talvel minimaalselt 8 °C. Selle tõttu kulub suvel 43 °C vee saamiseks vähem energiat, ehk sama energia arvel saadakse rohkem soovitud temperatuuriga vett. Samuti on suvel kõrge temperatuuriga ilmadel soojuskaod paneelist madalamad. Seetõttu on suvel akust saadava vee kogused samasugustel kiirgusvoogudel suuremad. Graafikutelt (joonis 5, päevadel 36..43) on näha, et isegi talvel madalal välistemperatuuril (alla -20 °C) salvestus akupaaki suvise kõrge välistemperatuuriga võrreldav energiakogus. Eespool esitatust lähtudes loeme põhjendatuks asetada päikesepaneelid horisondi suhtes vähemalt 60-kraadise nurga alla (meil ligi 70 nurgakraadi), nagu on näha joonise 2 vasakpoolsel alal.

### **Täiendavaid andmeid:**

Päikese poolt maale kiiratavaks energiavoo pindtiheduseks maa lähikosmoses, nn. solaarkonstandiks, on mõõdetud väärtusi 1322 – 1395 W/m<sup>2</sup>, kuid ametlikult aktsepteeritavaks peetakse väärtust 1367 W/m<sup>2</sup>. Kevadel läbipaistava atmosfääri korral jõuab sellest maapinnani ligikaudu 85%, sügisel rohkem veeauru sisaldava atmosfääri korral (näiliselt selge taeva korral) aga vaid umbes 65%.

Tartu aktinomeetriaajaama pikaajaliste mõõtmiste põhjal on aktinomeetriliselt määratud summaarse kiirguse aastane ressurss 977 kWh/m<sup>2</sup>.

Ain Kallis, Päikesekiirgus, <http://www.emhi.ee/index.php?ide=29,1157,1165,1168> (nov. 2012). „Eestis alustati esimeste lühiajaliste päikesekiirguse mõõtmistega Tartus möödunud sajandi algul, episoodilisi mõõtmisi tehti ka 30ndail. 1. jaanuaril 1950 avati uus spetsiaalne aktinomeetriaajaam Tartu linna piiril. Tema meetodilise taseme tagamiseks tegi tõsisist tööd Juhan Ross, hilisem akadeemik. 1.septembril 1964 lülitati Tartu Aktinomeetriaajaam Hüdro meteoroloogilise Teenistuse Valitsuse koosseisu. Seoses astronoomia observatooriumi valmimisega Tõraveres viidi ka päikesekiirguse mõõtmised 1964.a. üle uude paremate vaatlustingimustega asupaika. 1. jaanuarist 1997 töötab jaam ka sünoptilis-klimatoloogilise jaamana. Meteoroloogiliste vaatluste arv ööpäevas suurenes neljalt kaheksale. Alates 1999 aasta jaanuarist arvati uue nimega Tartu-Tõraverre Meteoroloogiaajaam ülemaailmsesse baasjaamade võrku (BSRN). Euroopas on selliseid jaamu ainult viis.“

Samast allikast:“ Suurimad aastased kiirgussummad:

Summaarne kiirgus 4018 MJ/m<sup>2</sup> (1963) (1 MJ=3,6 kW·h), 1116.1 kW·h /m<sup>2</sup>

Hajus kiirgus 2016 MJ/m<sup>2</sup> (1956), 560 kW·h/m<sup>2</sup>

Otsene kiirgus horisontaalsele pinnale 2163 MJ/m<sup>2</sup> (2002), 600,83 kW·h/m<sup>2</sup>

Otsene kiirgus kiirtega risti olevale pinnale 4383 MJ/m<sup>2</sup> (2002), 1217 kW·h/m<sup>2</sup>

Kõrgeim otsese kiirguse intensiivsuse näit (kiirtele risti asuvas tasapinnal) 994 W/m<sup>2</sup> (09.04.2007).“