

ENERGIAÜHISTUTE VEEBIKALKULAATOR (EÜ KALKULAATOR)

SISUKORD

I. TAUST	2
1.1 MÕISTED	2
1.2 VÕIMALIKUD TEGEVUSALAD:.....	2
1.3 ENERGIAÜHISTUTE PROGRAMMI EESMÄRGID:	2
1.4 ENERGIAÜHISTUTE PROGRAMMI TEGEVUSVALDKONNAD:.....	2
II. ENERGIAÜHISTUTE VEEBIKALKULAATOR	4
2.1 VAJADUS VEEBILEHE LOOMISEKS JA VÕIMALIKUD KASUTAJAD	4
III. KALKULAATORI ARHITEKTUUR	4
IV. RAKENDUSE KASUTAMINE	4
V. KALKULAATORI VAATEID	6
VI. ANDMEALLIKAD	8
6.1 ELEKTER	8
6.2 SOOJUSE KASUTAMINE	10
6.3 ARVUTUSVALEMID.....	11
6.3.1. Soojustarbimise kraadpäevadega taandamine ning kestusgraafikud	11
6.3.2. PV toodangu arvutamine	11
6.3.3. Tuulegeneraatori aastane toodang	12
6.3.4. Majandusarvutused.....	12
VII. KALKULAATORI EDASINE ARENDUS – KALKULAATOR 2.0	12
7.1. VÕIMALIKUD TEGEVUSED	12
VIII. LISAD	13
Lisa 1: Kasutatud graafikud ja joonised.....	13



I. TAUST

1.1 MÕISTED

Energiaühistu – kogukondlik ühistegevus, mille peamiseks eesmärgiks on toota, jaotada ja müüa oma seadmete kaudu oma liikmetele elektrienergiat ja soojust omatarbe katmiseks, kulude vähendamiseks ja parema elukeskkonna loomiseks.

Organisatsiooni loojaks: kogukond

Eesmärk: kulude optimeerimine; varustuskindlus ja julgeolek, piirkonna konkurentsivõime tõstmine „raha jääb piirkonda“.

Energiaühing – kogukondlik ühistegevus, mille peamiseks eesmärgiks on ühisinvesteeringud elektrienergia ja sooja tootmisesse tavapärase investortegevusena tulu saamise eesmärgil.

Organisatsiooni loojaks: ettevõtte

Eesmärk: kogukonna kaasamine nõusoleku saamiseks; lisainvesteeringu kaasamine; kogukonnal – tulu teenimine.

Energiaühisus – energiaühistu ja -ühingu koondnimetus.

Selguse huvides on käesoleva arendusprojekti raames käsitletud energiaühistuid (lühendina edaspidi: EÜ).

1.2 VÕIMALIKUD TEGEVUSALAD:

- Elektrienergia tootmine ja oma tarbijatele jaotamine
- Soojuse tootmine ja oma tarbijatele jaotamine
- Elektrienergia ja soojuse koostootmine ning oma tarbijatele jaotamine
- Tarbimise suunamine
- Hoonete rekonstrueerimine ja renoveerimine
- Kogukonna energiateadlikkuse kasvatamine
- Ühistegevuse arendamine
- Prosumer'ina toimumise promo – teadmispõhine turism
- Omatarbest üle jääva toodangu võrku müümine ja teiste tarbijate varustamine

Käesolev tegevus on üks osa Energiaühistute programmist, mis algatatud Eesti Arengufondi eestvedamisel 2013. aastal.

1.3 ENERGIAÜHISTUTE PROGRAMMI EESMÄRGID:

- 1) Kogukondade ja lõpptarbijate kulude vähendamine ja parema elukeskkonna loomine.
- 2) Uute ettevõtlusvormide motiveerimine ja investeeringute kaasamine energiavaldkonna projektidesse läbi kogukondliku tegevuse.

1.4 ENERGIAÜHISTUTE PROGRAMMI TEGEVUSVALDKONNAD:

1. **Energiaühistute võimalustest ja energiaühistute loomise võimalustest teavitamine ja teadlikkuse tõstmine**
2. **Energiaühistute loomise soodustamine.**



Tegevusvaldkonnad sisaldavad järgmisi tegevussuundi:

- Energiaühistute loomise motiveerimine erinevate sihtgruppide seas, selleks erinevate teavitussündmuste korraldamine (rahvusvaheline konverents, maakondlikud seminarid KOVidele jms).
- Energiaühistute võimalustest teavitamine ja diskussiooni loomine ühiskonnas, selleks läbimõeldud ja süsteemse kommunikatsioonitegevuse elluviimine (erinevate meediaallikate kajastus, ideekonkursid).
- Energiaühistute loomisele kaasaaitamiseks alusandmete koondamine läbi uuringute elluviimise (sotsiaal- majandusliku mõju analüüs; õiguslike aspektide kaardistus jne).
- Energiaühistute toimimiseks parimate võimalike mudelite leidmine Eestis; EÜ pilootprojektide loomine (Energiaühistute mentorprogramm – viiakse läbi perioodil nov 2014- nov 2015).
- Energiaühistute loomiseks veebipõhine nõustamisteenus, selleks veebipõhise tööriistakasti ellu kutsumine, mis koosneb neljast üksteisele järgnevast platvormist: kalkulaator, ressursikaart, juhend, crowd-fundimine.
- Õigusliku keskkonna arendamine ja finantseerimise planeerimine. (õigusaktid ja jätku-tegevusprogrammid).
- Energiaühistute ökosüsteemi loomine - algatuste ja loomisele kaasaaitava koostöövõrgustiku osas.

Eesti Arengufondi roll ja tegevus energiaühistute programmis:

- initsiatiivi loomine ja programmi tegevuste koordineerimine ning
- initsiatiivi vahendamine ja hoidmine ettevõtlus- ja avaliku sektori vahel.



II. ENERGIAÜHISTUTE VEEBIKALKULAATOR

2.1 VAJADUS VEEBILEHE LOOMISEKS JA VÕIMALIKUD KASUTAJAD

Veebikalkulaatori eesmärgiks on anda potentsiaalsetele ühistutele **esialgne hinnang ühistulise energiatootmise võimalustest ning kasu(m)likkusest**.

Kalkulaator on üks osa Energiaühistute veebikeskkonna (www.energiaühistud.ee) tööriistakastist ning selle abil soovitakse lihtsustada tootmisliigi valiku tegemist. Samuti on kalkulaatori loomise eesmärgiks anda EÜ algatajatele hinnang kogukonnapõhise energiatootmise võimalikust majanduslikust otstarbekusest, et seeläbi soodustada **informeeritud otsuste** tegemist.

Kalkulaatori sihtgruppideks on potentsiaalsed energiaühistute loojad:

Linnades (tiheasustusega alad)

- korteriühistu
- asumiselts
- teadus-tööstuspark
- kinnisvaraettevõte

Maal (haja-asustusega alad)

- kohalik omavalitsus
- talupidaja
- metsaühistu
- väike saare kogukond

Virtuaalne energiaühistu

Kalkulaator on: rakendus, mis erinevate andmeväljade täitmisel annab esmase kalkulatsiooni energia- ja soojatootmise võimalikkuse ja kasulikkuse osas.

Annab mh vastuse küsimustele:

- a) Milliste tootmise ja tarbimise koguste korral on energiaühisuse moodustamine mõistlik?
- b) Milline on projekti eeldatav tulukus?
- c) Missugust tehnoloogiat on mõistlik ja võimalik kasutada?

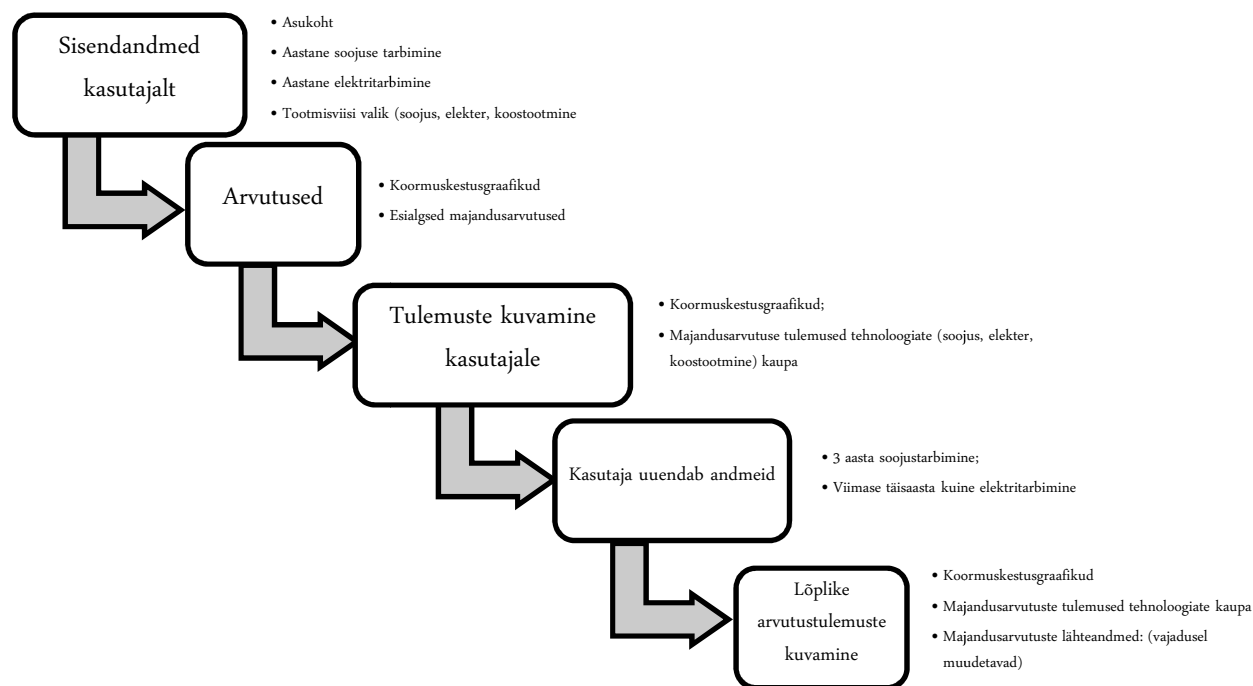
III. KALKULAATORI ARHITEKTUUR

Esimeses lahenduses luuakse kalkulaator **MS Excel keskkonnas**. Kalkulaatori veebilahendus hakkab sealjuures tööle läbi MS Onedrive'i keskkonna. Edasistes arendustes (pärast MS Exceli-põhise keskkonna testimist ning täiendamist) tehakse kalkulaatorist veebipõhine aplikatsioon ning süsteem liidestatakse võimalusel EstFeed'i andmeplatvormiga, võimaldamaks tarbimisandmete, asukoha jms automaatset sisse lugemist kasutaja autentimisel.

IV. RAKENDUSE KASUTAMINE

Veebikalkulaatori esimese versiooni lihtsustatud tööpõhimõtet saab näha järgnevalt leheküljelt:





Rakenduse kasutamine veebikeskkonnas on kirjeldatud alljärgnevas tabelis

Eesmärk	Saada esialgne hinnang ühistulise energiatootmise võimalustest ning kasu(m)likkusest Anda sisend EÜ loomiseks vajaliku eksperthinnangu küsimiseks (lähteülesande vormistamiseks)
Veebilehe kasutajad	Registreerimata kasutaja, Registreeritud kasutaja, EÜ veebilehe administraator
Eeltingimused	Kalkulaatori vaade on avatud
Tegevuse sammud	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kasutaja avab kalkulaatori lehe EÜ veebis, kus on kuvatud tekst kalkulaatori kohta ning link kalkulaatorile (nt nupp „Kalkulaator“). 2. Kalkulaator avaneb uues aknas 3. Esimesena sisestab kasutaja indikatiivsed numbrid elektri ja soojustarbimismahude kohta 4. Kasutaja vajutab nuppu „Tulemused“ 5. Tulemuste töölehel näeb kasutaja esialgseid majandusarvutuste tulemusi 6. Tulemuste töölehel on nupp „Täpsusta andmeid“ 7. Rubriigis „Täpsusta andmeid“ sisestab kasutaja täpsemad sisendandmeid (3-aasta soojustarbimine, kuine elektritarbimine vms) 8. Kasutaja liigub menüüriba või vastava nupu abil uuesti tulemuste töölehele, mis nüüd kuvab uuendatud andmeid. 9. Menüüriba abil on võimalik liikuda ka lähteandmete juurde ning vajadusel neid korrigeerida.
Tulemus	Kasutajale kuvatakse arvutustulemused ning arvutuste lätepõhimõtted. Tulemusi MS Exceli veebiversioonis ei salvestata. Vajadusel saab kasutaja faili ise .xlsx kujul salvestada. Tulemuste printimine on võimalik kasutades MS Exceli veebiversiooni olemasolevat funktsionaalsust
Risk	Baseerub kolmanda osapoole (Microsoft) teenusel/komponendil
Kriitilisus	Kõrge, peab olema töökindel. Üks põhifunktsionaalsusi.



V. KALKULAATORI VAATEID



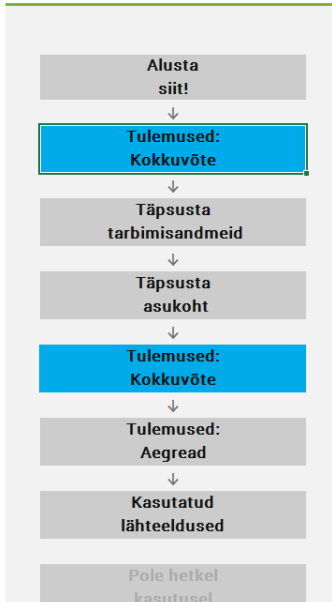
Kalkulaator



Milline võiks olla teie energiühistu põhitegevus? Energiühistute kalkulaator on loodud, et anda tulevastele energiühistutele esmane ülevaade vajalikest investeeringutest ning ühistulise energitootmise rahavoogudest.

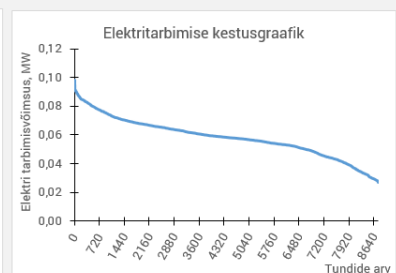
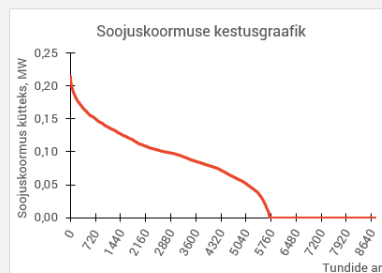


Kalkulaator



Milline võiks olla teie energiühistu põhitegevus? Energiühistute kalkulaator on loodud, et anda tulevastele energiühistutele esmane ülevaade vajalikest investeeringutest ning ühistulise energitootmise rahavoogudest.

Täpsusta kasutatavaid andmeid!





Clipboard Font Alignment Number

SECURITY WARNING Automatic update of links has been disabled [Enable Content](#)

Q40

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
				Tulemused:															
				Kokkuvõte															
				↓															
				Täpsusta															
				tarbimisandmeid															
				↓															
				Täpsusta															
				asukoht															
				↓															
				Tulemused:															
				Kokkuvõte															
				↓															
				Tulemused:															
				Aegread															
				↓															
				Kasutatud															
				lähteeldused															
				Pole helkel															
				kasutusel															
				Pole helkel															
				kasutusel															

andmeid

Soojuse tarbimine võib aastate lõikes erineda tulenevalt välisõhu temperatuuride muutlikkusest. Seetõttu on otstarbekas soojuse tarbimismahude tuvastamiseks vaadelda mitme aasta tulemusi

Aasta	Soojuse tarbimine
2011	496 MWh
2012	587 MWh
2013	540 MWh
Keskmine	541 MWh
Taandatud keskmine	572 MWh

Elektri tarbimine võib aastate lõikes erineda tulenevalt tarbimisharjumuste muutumisest, energiasäästlikemate seadmete vms kasutuselevõtust. Kui soojuse tarbimise puhul saab eeldada tugevat seost välisõhu temperatuuriga, siis elektrienergia kasutamisel sellist eeldust kasutada ei saa. Seega on elektri puhul tähtis ka jälgida **tarbimismahte kuude lõikes**.

2013	
Jaanuar	139,9 MWh
Veebruar	98,4 MWh
Märts	122,8 MWh
Aprill	59,4 MWh
Mai	9,0 MWh
Juuni	3,4 MWh
Juuli	2,9 MWh
August	2,8 MWh
September	15,7 MWh
Oktoober	49,4 MWh
November	74,3 MWh
Detsember	84,1 MWh
Kokku	662,1 MWh
Keskmine	55,2 MWh

Start | Tulemused Kokku | **Andmete täpsustus** | Asukoha täpsustus | Aegread | Lähteeldused | Maiandus IF



VI. ANDMEALLIKAD

6.1 ELEKTER

Kasutusjuhtum	Andmed	Kirjeldus
Kasutaja teab ainult aastaseid tarbimismahte	Aastane tarbimine (aasta)	Elektritarbimisandmed sisestatakse kalkulaatorisse käsitsi aastapõhisena. Kalkulaatoris: <ol style="list-style-type: none"> teisendatakse andmed tunnipõhisteks, kasutades tüüpkoormusgraafikuid ning indikatiivset tarbimismahtude kuist jagunemist -> PV ning KTJ arvutused aastapõhiseid andmeid kasutatakse töötlemata kujul tuulegeneraatori tootmiskahtude planeerimisel
Kasutaja teab kuupõhiseid tarbimiskahte	Kuupõhised tarbimisandmed (12 kuud)	Elektritarbimisandmed sisestatakse kalkulaatorisse käsitsi kuude kaupa. Kalkulaatoris: <ol style="list-style-type: none"> teisendatakse andmed tunnipõhisteks, kasutades tüüpkoormusgraafikuid -> PV ning KTJ arvutused aastapõhiseid andmeid kasutatakse töötlemata kujul tuulegeneraatori tootmiskahtude planeerimisel

Elektri senise tarbimise kirjeldamiseks võib kasutada nii tüüpkoormusgraafikut (joonis 1) kui ka reaalselt koormusgraafikut (joonis 2).

Tüüpkoormusgraafikut kasutatakse juhul, kui tarbija(te) kohta pole tunnipõhiseid tarbimisandmeid. Sellisel juhul rakendatakse koormuskestusgraafikut kuupõhiste andmetele või aastatarbimisele.

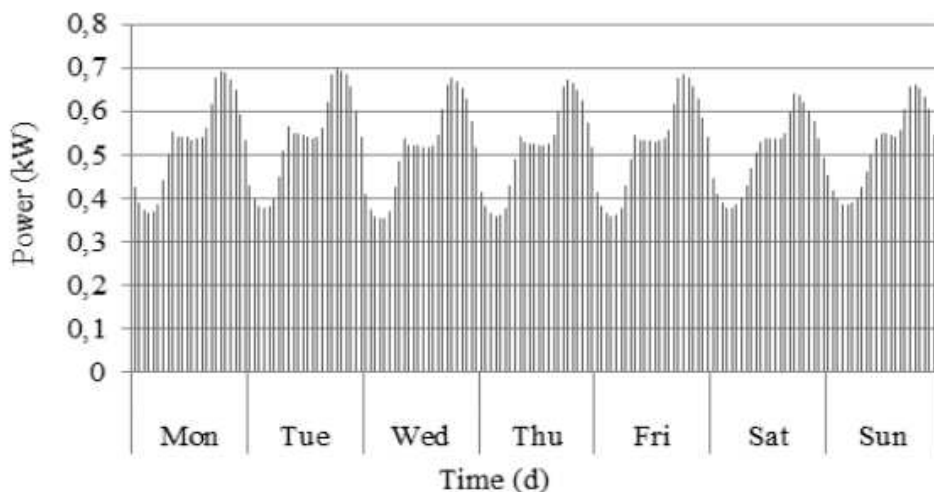


Fig. 2. Calculated winter week load curve on the basis of the standard consumer chart factors.



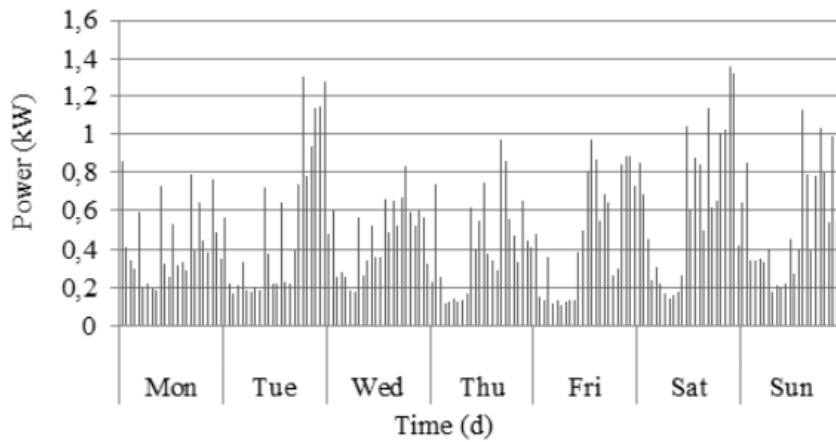
Joonis 1. Tüüpkoormusgraafiku näide talvel¹


Fig. 3. Measured winter week load curve of a 4000kWh/a household electricity consumer.

Joonis 2. Realse (mõõdetud) koormusgraafiku näide talvel¹

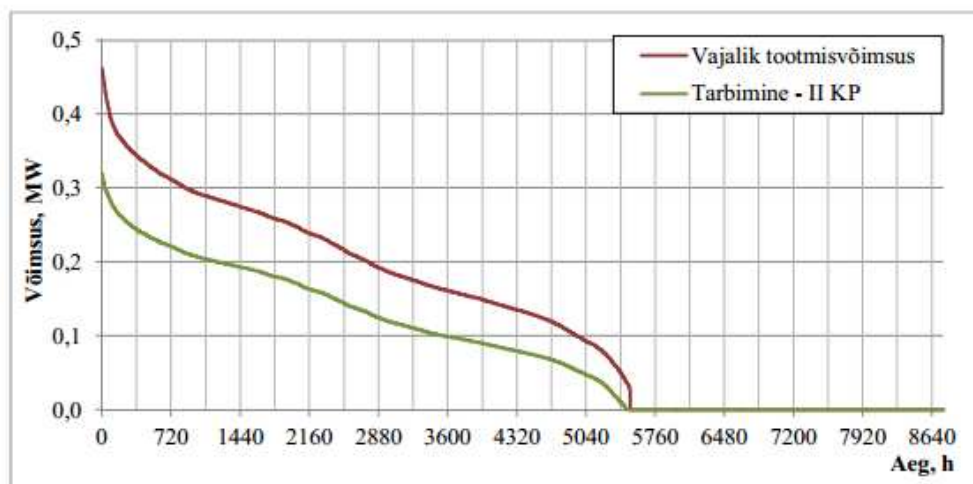
¹ Allik, Alo; Uiga, Jaanus; Annuk, Andres. (2013). Wind & Photovoltaic Hybrid Energy System Design on the Basis of Standard Workload Graphs of Estonian Small Consumers. 13th International Symposium: Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering; Doctoral School of Energy and Geotechnology II (59 - 62). Elekriajam. (29.07.2013).



6.2 SOOJUSE KASUTAMINE

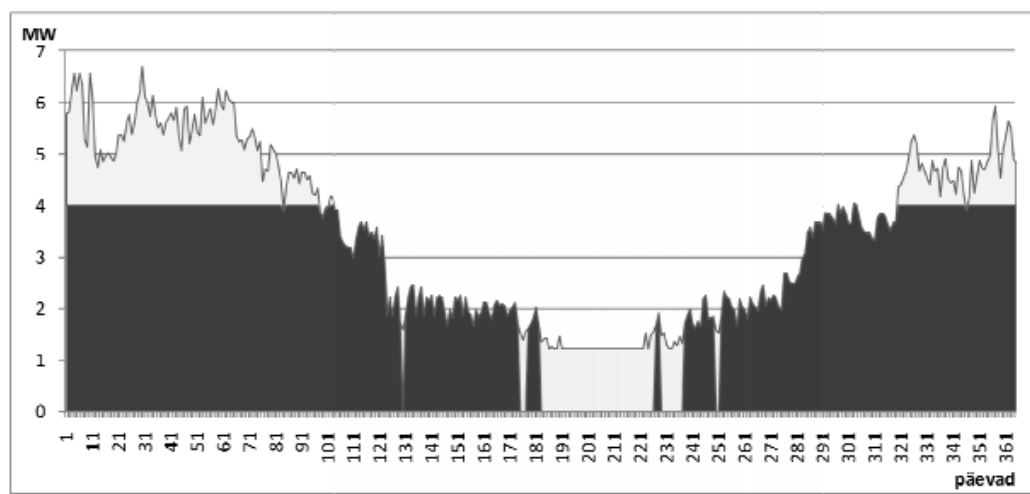
Kasutusjuhtum	Andmed	Kirjeldus
Kasutaja teab ainult aastaseid tarbimismahte	Aastane tarbimine (aastakeskmine)	Tarbimisandmed sisestatakse käsitsi. Kalkulaator teeb kraadpäevade abil arvutused ning teisendab andmed tunnipõhisteks
Kasutaja teab kuupõhiseid tarbimismahte	Kuupõhised tarbimisandmed (3×12 kuud)	Tarbimisandmed sisestatakse käsitsi. Kalkulaator teeb kraadpäevade abil arvutused ning teisendab andmed tunnipõhisteks

Elektri kasutamise kirjeldamiseks võib kasutada nii tüüpkooormusgraafikut (joonis 3) kui ka reaalselt kooormusgraafikut (joonis 4).



Joonis 4.4. Arvutuslik soojuskoormuse kestusgraafik II kaugküttepiirkonnas

Joonis 3. Arvutuslik soojuskoormuse kestusgraafik Otepää II kaugküttepiirkonnas²



Joonis 4. Reaalne soojuskoormuse kestusgraafik tüüpilises kaugküttevõrgus³

² Uiga, J. Kikas, M. Otepää valla soojamajanduse arengukava. Tartu-Otepää 2013.



6.3 ARVUTUSVALEMID

Alljärgnevalt on kirjeldatud arvutusvalemid, mida EÜ kalkulaatoris kasutatakse. On tähtis teada, et kuigi valemid on suhteliselt lihtsad, tuleb neid rakendada 8760 rea pikkustele maatriksitele. Nende staatiliste andmete hoidmiseks on kalkulaatori juurde loodud andmebaas, milles sisalduvaid andmeid kalkulaator arvutuste tegemisel vastavatesse lahtritesse/vastavaid arvutusi tehes sisse loeb.

6.3.1. Soojustarbimise kraadpäevadega taandamine ning kestusgraafikud

$$Q_N = (Q_{teg} - C) \cdot \frac{S_N}{S_{teg}} + C, \quad (4.1)$$

- kus Q_N on normaalaasta soojustarbimine MW·h;
 Q_{teg} – tegeliku aasta soojustarbimine MW·h;
 C – kraadpäevadest sõltumatu soojustarbimine MW·h;
 S_N – normaalaasta kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril t_B °C·d;
 S_{teg} – tegeliku aasta kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril t_B °C·d.

$$C = Q_{teg} \cdot ST / 100, \quad (4.2)$$

- kus ST on hinnanguline kraadpäevadest sõltumatu energia kasutamise osakaal %.

$$q_k = \frac{Q_{küte}}{KRT}, \quad (3.4)$$

- kus q_k on hoonetegrupi küttekarakteristika MW/°C.

- kus $Q_{küte}$ on vaadeldaval perioodil (aasta) kütteks kasutatud soojushulk MW·h/a.

- KRT – vaadeldava perioodi kraadtundide arv °C·h.

6.3.2. PV toodangu arvutamine

$$E_{pan} = \frac{Q_{päike} \cdot P_{max} \cdot k_{kas}}{I_{ref}},$$

- kus E_{pan} on päikesepaneelidega toodetud aastane elektrienergia kWh/a;

- $Q_{päike}$ on päikesepaneelide pinnale, millele ei teki varje, tulev aastane päikeseenergia kWh/a;

- P_{max} on päikesepaneelide maksimaalne võimsus standardtingimustel kW ($I_{ref} = 1$ kW/m², temperatuur 25 °C);

- k_{kas} on tegur, mis arvestab päikesepaneeli kasutustingimusi;

- I_{ref} on standardkiirgus 1 kW/m².

³ Kõrgtemperatuurse soojussalvesti kasutamise võimalused Eestis. Eesti Arengufond, Tallinn 2013



6.3.3. Tuulegeneraatori aastane toodang

Kasutustegur $\times 8760 \times$ tuulegeneraatori nimivõimsus

6.3.4. Majandusarvutused

Nüüdisväärtus (NPV) näitab, kui palju toodab investeering kasumit oma tehnilise eluea jooksul. Saadud tulemus on diskonteeritud aastale, mil investeering teostati (tinglikult 2013). Arvutustes on võetud investeeringute tehniliseks elueaks 20 aastat. Tasuva investeeringu korral on NPV positiivne.

Lihttasuvusaeg näitab, mitme aastaga investeeritud summa tagasi teenitakse (investeeringu suurus jagatuna aastase tuluga). Sealjuures ei ole arvestatud raha väärtuse muutumisega.

Tulu sisenorm (IRR) on intressimäär (%), mille puhul NPV on võrdsustatud 0-ga (NPV = 0). Lihtsustatult arvutatakse olukorda, kus investeering ei tooda kahjumist ega kasumit. Projekt on aktsepteeritav kui tulu sisenorm on suurem või võrdne investeerija poolt soovitava tulunormiga.

VII. KALKULAATORI EDASINE ARENDUS – KALKULAATOR 2.0

7.1. VÕIMALIKUD TEGEVUSED

1. Veebipõhise aplikatsiooni välja töötamine ja rakendamine võimalusel 2015 aasta II kv.
2. Tarbimisandmete automaatpääring EstFeed-i andmeplatvormist.
3. Mitmesuguste kaardirakendustega (Maa-amet, metsaregister, päikese- ja tuuleressursi kaardid, elektri jaotusvõrguettevõtjate infosüsteemid) liidestamine.
4. Tootmisseadmete parameetrite ning arvutuste täpsustamine.



VIII. LISAD

Lisa 1: Kasutatud graafikud ja joonised

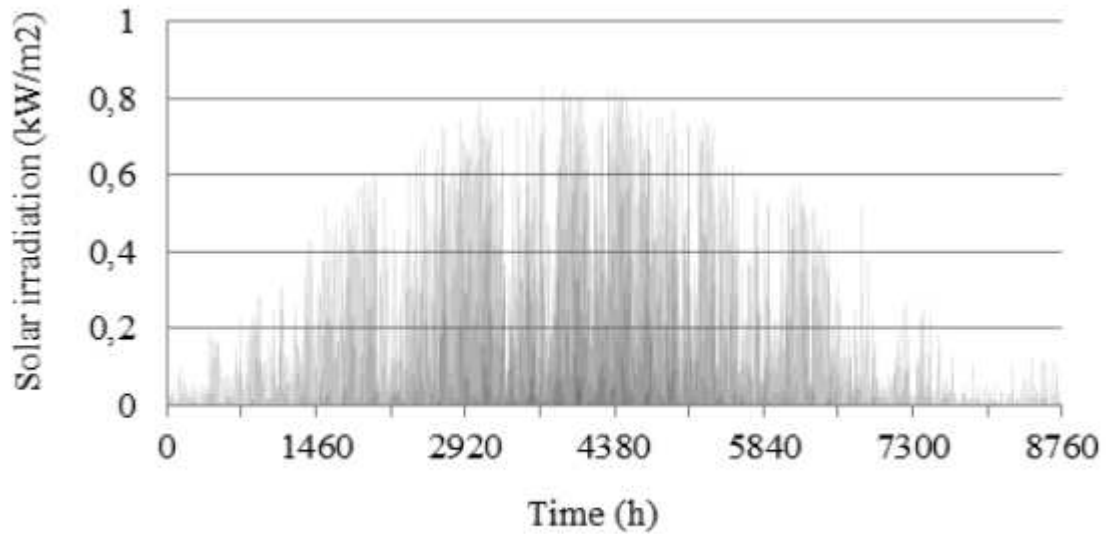
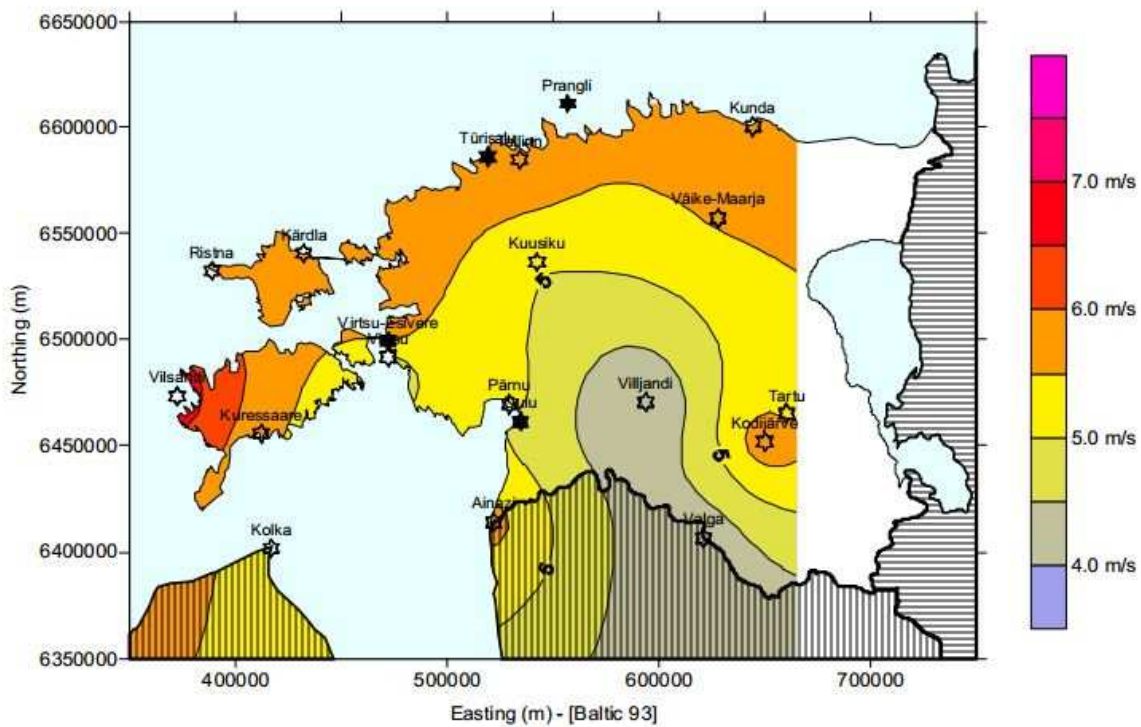


Fig.7. Solar irradiation data in Tõravere 2010 [9].

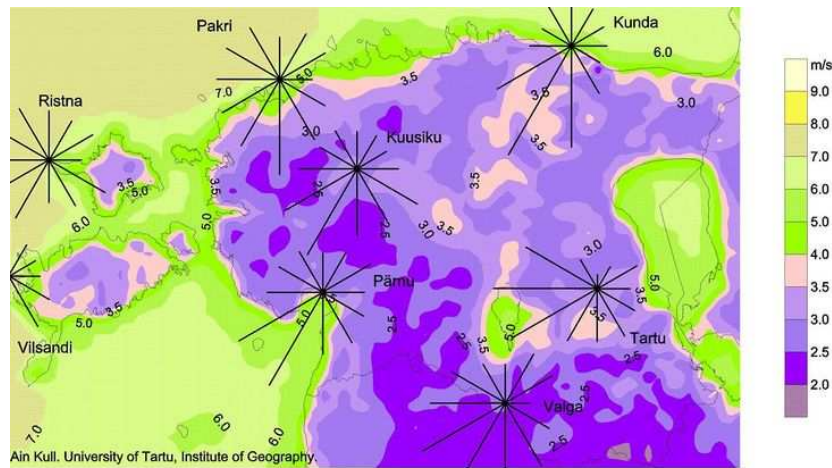
Joonis 5. Päikese summaarne kiirgus Tõravere MJ-s 2010. aastal¹



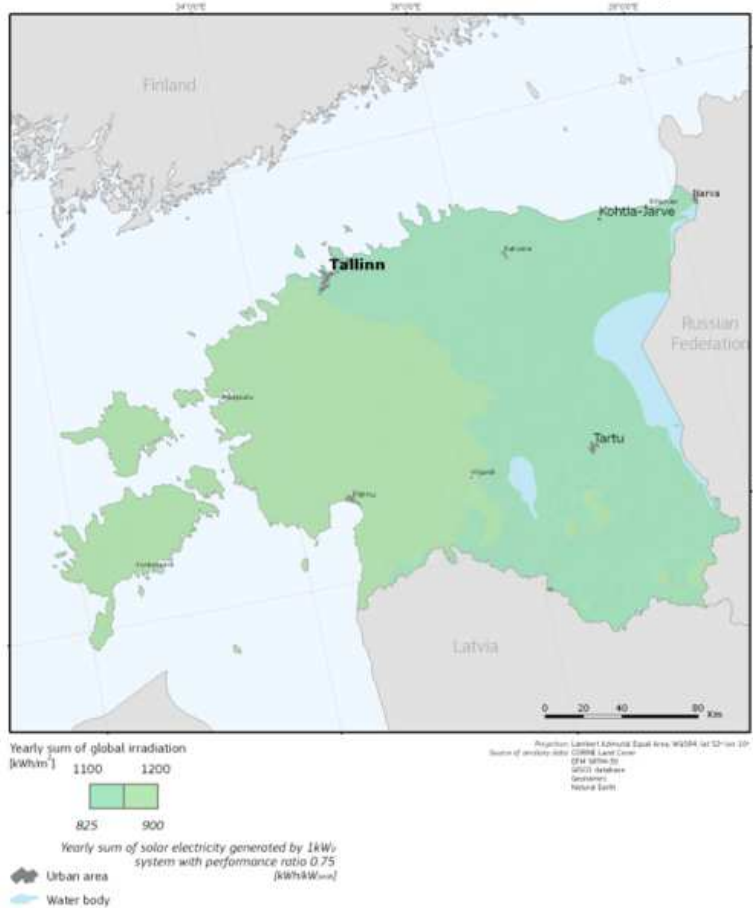
Joonis 6. Tuule kiirus Eestis 50 m kõrgusel⁴

⁴ Rathmann, O. The UNDP/GEF Baltic Wind Atlas, 2003.





Joonis 7. Tuule kiirus Eestis 10 m kõrgusel⁵



Joonis 8. Aastane summaarne kiirgus ning potentsiaalne elektritoodang optimaalse kaldenurgaga Eestis⁶

⁵ Kull, A. Eesti tuuleatlas. Magistritöö: Tartu Ülikool, 1996

⁶ PVGIS. Solar radiation and photovoltaic electricity potential. Country and regional maps for Europe. Kättesaadav: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmmaps/eur.htm> (28.01.2014).



