PÄIKESEELEKTRI UUS KALKULAATOR - INTUITIIVNE TÖÖRIIST TOODANGU JA OMATARBE OSAKAALU ARVUTAMISEKS

Karl-Villem Võsa
Ehituse ja arhitektuuri instituut
Tallinna Tehnikaülikool

25.03.2024

ARVUTUSMETOODIKA MUUDATUSED

36) paragrahvi 29[1] lõige 1 muudetakse ja sõnastatakse järgmiselt:

„(1) Päikesepaneeliga toodetud elektrienergia see osa, mis on ette nähtud hoone toimimiseks, ehk omatarbe osakaal, arvutatakse tunnipõhise energiatoodangu ja energiakasutuse simulatsioonarvutusega või **lõikes 11 nimetatud kalkulaatoriga**.“

37) paragrahvi 29[1] täiendatakse lõikega 11 järgmises sõnastuses:

„(11) Kliimaministeerium avaldab oma veebilehel päikeseelektri kalkulaatori, milles kasutatakse käesolevas määruses ja hoone energiatõhususe arvutamise metoodikas energiatõhususarvu määramiseks vajalikke andmeid.“;

Allikas: MTM määruste nr 36, nr 58 ja nr 63 muudatuste eelnõu

ARVUTUSMETOODIKA MUUDATUSED

§ 29[1] lõike 1 muutmisega tunnistatakse kehtetuks ka seni kasutusel tabel 19. **Tabel 19 väärtused kehtisid ainult kõige tavapärasemate päikeseelektrisüsteemi võimsustel. Paljudel juhtudel tabelis esitatud väärtused kas ala- või ülehindasid omatarbe osakaalu**.

Tabel 19. Päikesepaneeliga toodetud elektrienergia osakaal, mis on ette nähtud hoone toimimiseks (omatarbe osakaal)

Hoone	Omatarbe osakaal, %
1) väikeelamu köetava pinnaga < 120 m²	45
2) väikeelamu köetava pinnaga 120–220 m² ja ridaelamu	40
3) väikeelamu köetava pinnaga > 220 m²	35
4) korterelamu	55
5) kasarmu	80
6) kontorihoone	90
7) majutushoone	70
8) ärihoone	60
9) avalik hoone	80
10) kaubandushoone ja terminal	90
11) haridushoone	60
12) koolieelse lasteasutuse hoone	75
13) ravihoone	85
14) laohoone	40
15) tööstushoone	90
16) suure energiatarbega hoone	95

KUS TÖÖRIISTALE LIGI PÄÄSEB?

- Kliimaministeeriumi kodulehelt: https://kliimaministeerium.ee/elukeskkond-ringmajandus/keskkonnasaastlikus/energiatohusus-ja-sisekliima
- Otselink kalkulaatorile: https://pv-calc.nzeb.site



TÖÖRIISTA ÜLDPÕHIMÕTTED

- Päikeseelektri omatarbe kalkulaator arvutab tunnipõhiselt elektri toodangut, salvestust, tarbimist ja üle jääva koguse eksportimist. Tegemist on lihtsustatud kalkulaatoriga, mis arvutab elektritarbimist nendes kasutuskohtades, kus see on lihtsustatud arvutusega määratav – seadmetes ja valgustuses, sooja tarbevee valmistamises, ventilaatorites ja pumpades ning sissepuhkeõhu soojendamisel elektrilise kütteelemendiga. Kalkulaator **ei võta arvesse hoone ruumide kütteks** kulunud elektrienergiat (nt. soojuspumbaga või elektriradiaatoritega küte) ega **hoone jahutuseks kulunud elektrienergiat**, sest nende koormuste hindamiseks on vaja detailsemat arvutusmudelit või energiasimulatsiooni. Kuna paljudel juhtudel ruumide küttevajadus ja päikeseelektri toodang ei lange ajaliselt kokku ning jahutusenergia kasutus on vähene, annab kalkulaator mõistlikult konservatiivse tulemuse võrreldes täieliku dünaamilise simulatsiooniga.

- Arvutuste aluseks on Hoonete energiatõhususe arvutamise metoodika määruses MTM nr 58 kajastatud hoone kategooria põhine standardkasutus ning kasutaja poolt sisestatud lähteandmed.

- **Arvutus toimub tunnipõhiselt** – igale tunnile arvutatakse välja tarbitud ja toodetud elektrienergia kogused, mille põhjal arvutatakse kohapeal tarbitud ning tarnitud ja eksporditud elektrienergia kogused. Kui kasutaja on valinud süsteemi aku, siis arvutatakse täiendavalt energia laadimine ja mahalaadimine, prioriteedis kõigepealt 1) kohapeal toodetud elektrienergia tarbimine, 2) akust mahalaadimine ning 3) välisvõrgust elektrienergia tarnimine.

Arvutuse teostaja

Näidis Arvutaja

Hoone aadress

Näidisaadress 12a, Linn

Hoone

PV

Aku

Valgustus

Ventilatsioon

Soe vesi

Kütte ringluspump

Kliimafail

Lisa koondväljatrükile graafikud

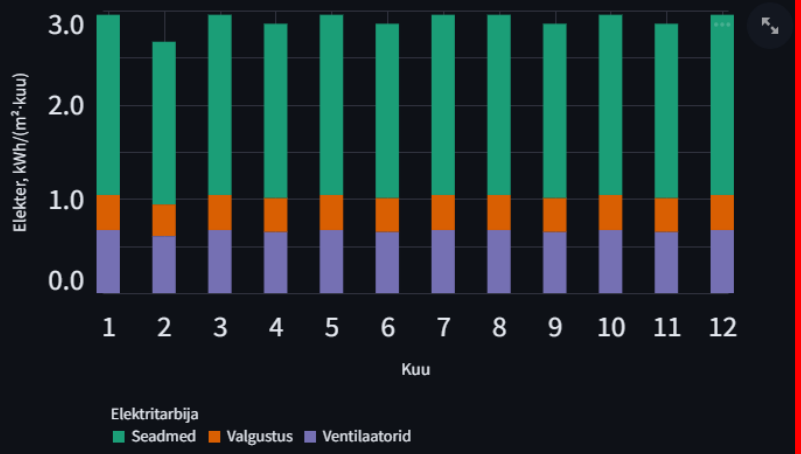
Koondväljatrükk

Tunnipõhiste andmete väljatrükk

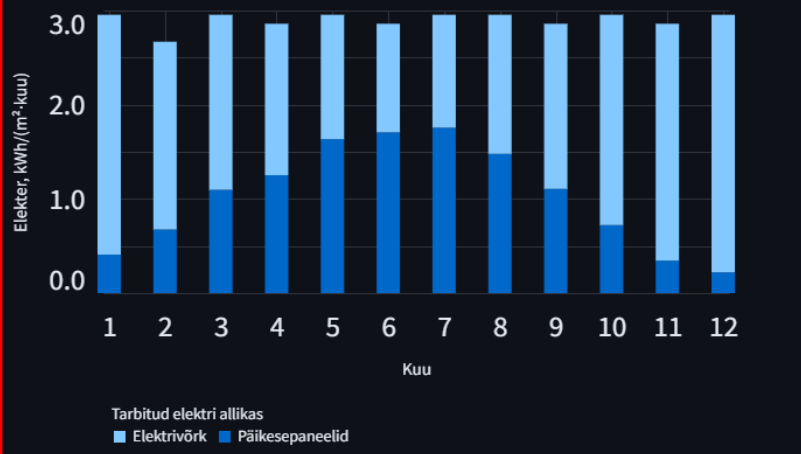
v1.0.1, viimane uuendus 19/11/2023

Arvutusmetoodika muudatused jõustuvad 01. detsember 2024

Tarbimine



Tarbimine ja omatarve



Tarbimine

Seadmed: 22.53 kWh/(m²a)

Valgustus: 4.38 kWh/(m²a)

Ventilaatorid: 7.88 kWh/(m²a)

Kokku: 34.79 kWh/(m²a)

Tootmine

G1: 97.68 kWh/(m²a) [9768 kWh/a]

Kokku: 97.68 kWh/(m²a) [9768 kWh/a]

Omatarve

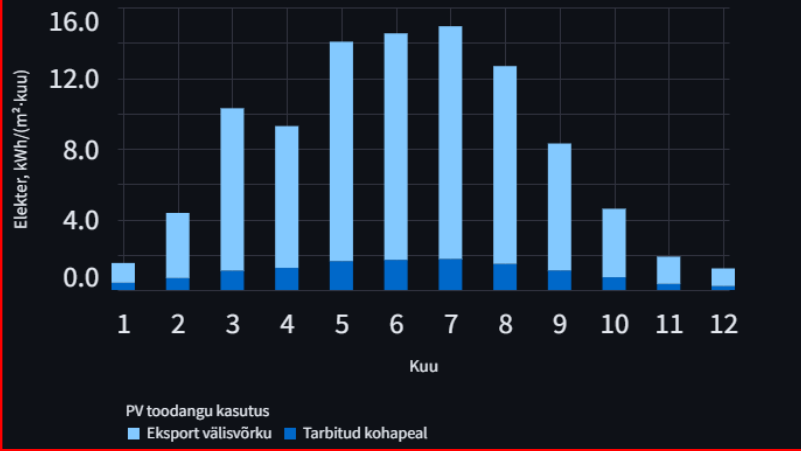
PV toodang: 97.68 kWh/(m²a)

PV kohapeal: 12.40 kWh/(m²a)

PV eksport: 85.28 kWh/(m²a)

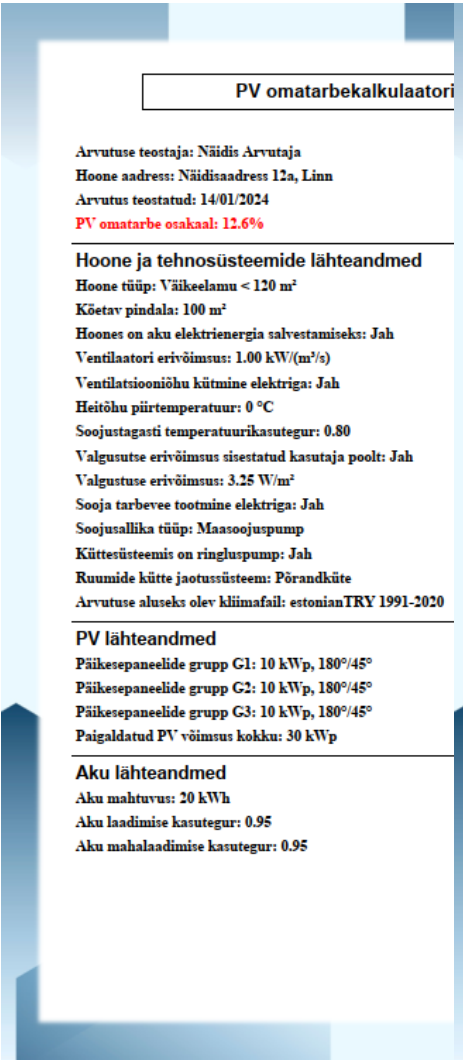
PV omatarbe osakaal: 12.7%

Tootmine ja omatarve



VÄLJATRÜKID TÖÖRIISTAST – KOONDVÄLJATRÜKK

- PDF formaadis väljatrükk, kus kajastuvad kasutaja tehtud valikud, arvutustulemused ning graafikud.



PV omatarbekalkulaatori

Arvutuse teostaja: Näidis Arvutaja
Hoone aadress: Näidisaadress 12a, Linn
Arvutus teostatud: 14/01/2024
PV omatarbe osakaal: 12.6%

Hoone ja tehnosüsteemide lähteandmed

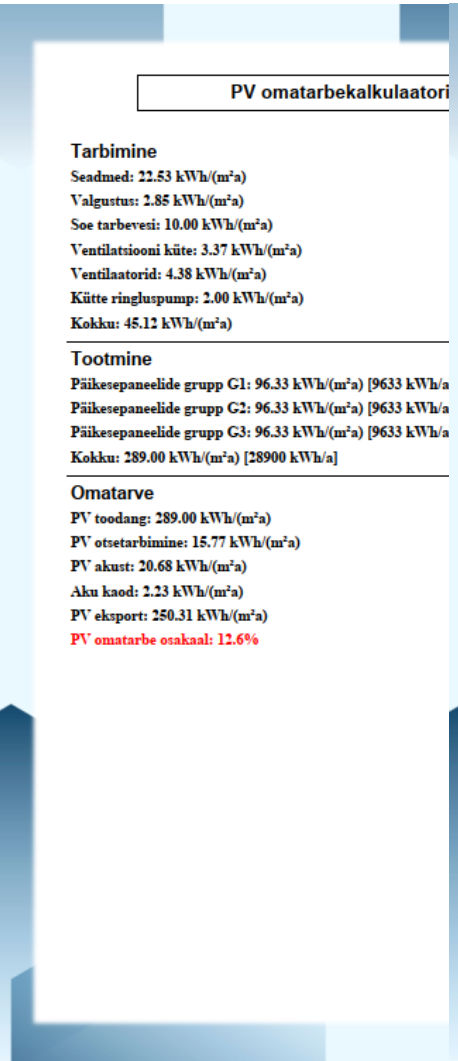
Hoone tüüp: Väikeelamu < 120 m²
Kõetav pindala: 100 m²
Hoones on aku elektrienergia salvestamiseks: Jah
Ventilaatori erivõimsus: 1.00 kW/(m³/s)
Ventilatsiooniõhu kütmine elektriga: Jah
Heitõhu piirtemperatuur: 0 °C
Soojustagasti temperatuurikasutegur: 0.80
Valgusutse erivõimsus sisestatud kasutaja poolt: Jah
Valgustuse erivõimsus: 3.25 W/m²
Sooja tarbevee tootmine elektriga: Jah
Soojusallika tüüp: Maasoojuspump
Küttesüsteemis on ringluspump: Jah
Ruumide kütte jaotussüsteem: Põrandküte
Arvutuse aluseks olev kliimafail: estonianTRY 1991-2020

PV lähteandmed

Päikesepaneelide grupp G1: 10 kWp, 180°/45°
Päikesepaneelide grupp G2: 10 kWp, 180°/45°
Päikesepaneelide grupp G3: 10 kWp, 180°/45°
Paigaldatud PV võimsus kokku: 30 kWp

Aku lähteandmed

Aku mahtuvus: 20 kWh
Aku laadimise kasutegur: 0.95
Aku mahalaadimise kasutegur: 0.95



PV omatarbekalkulaatori

Tarbimine

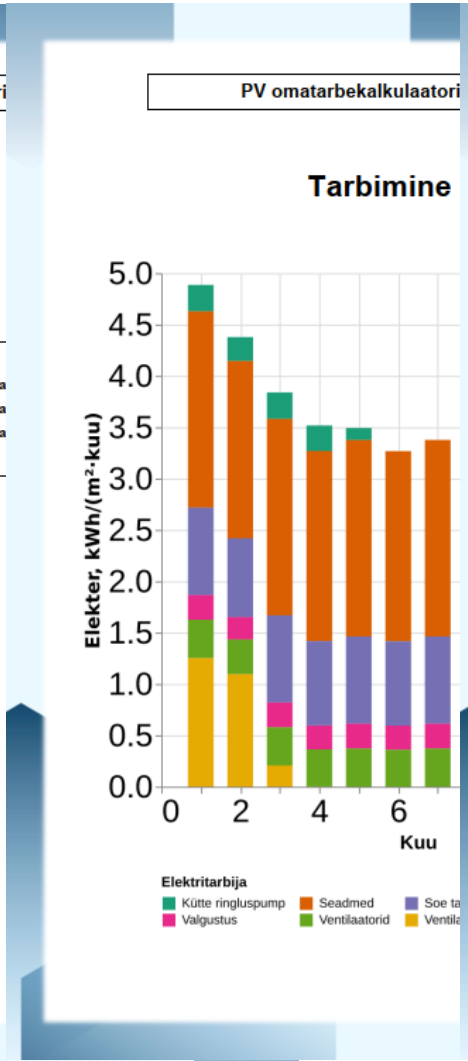
Seadmed: 22.53 kWh/(m²a)
Valgustus: 2.85 kWh/(m²a)
Soe tarbevesi: 10.00 kWh/(m²a)
Ventilatsiooni küte: 3.37 kWh/(m²a)
Ventilaatorid: 4.38 kWh/(m²a)
Kütte ringluspump: 2.00 kWh/(m²a)
Kokku: 45.12 kWh/(m²a)

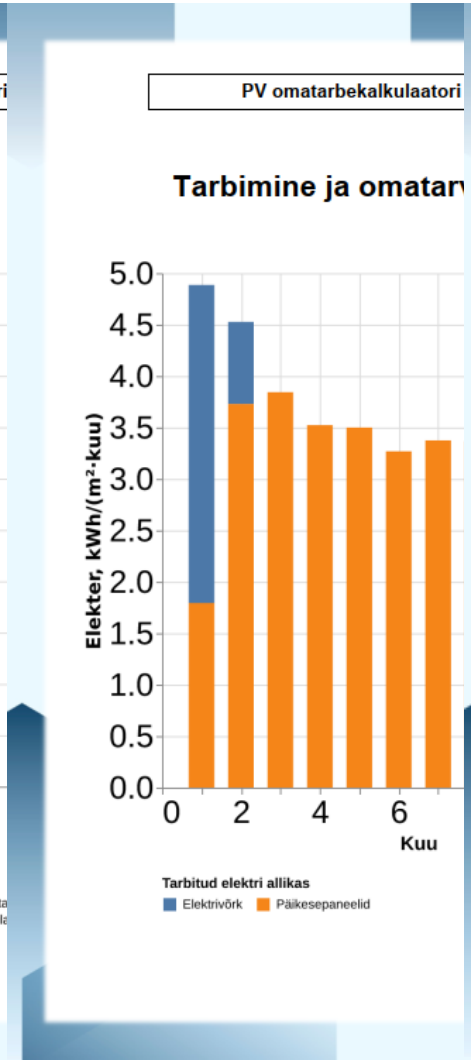
Tootmine

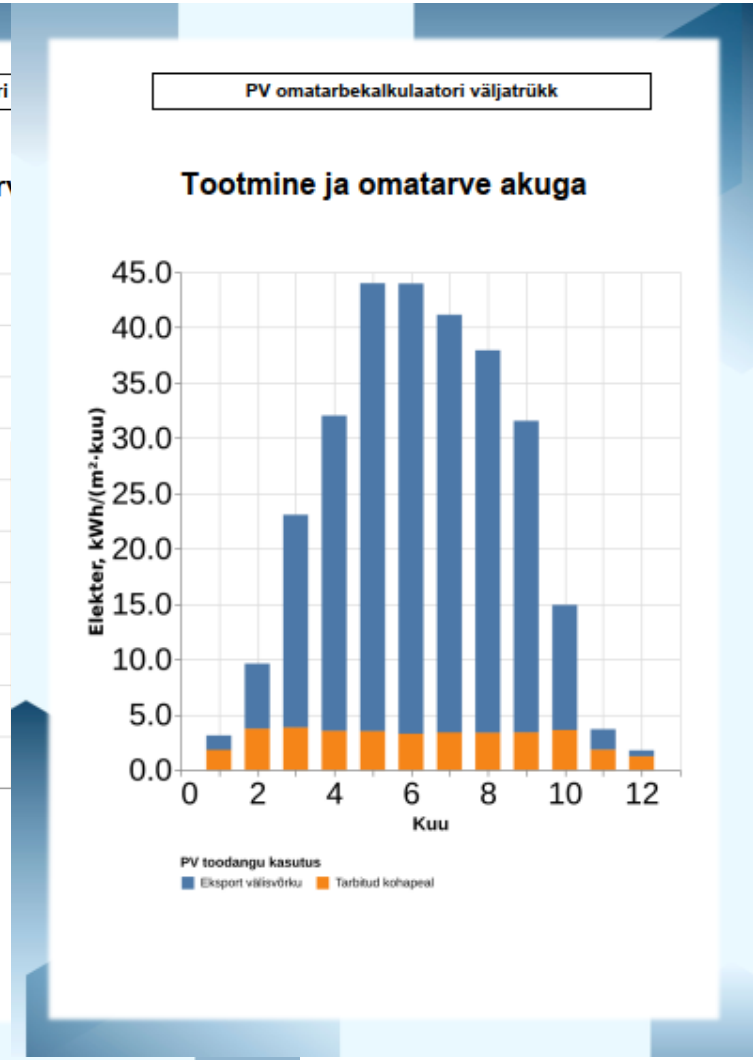
Päikesepaneelide grupp G1: 96.33 kWh/(m²a) [9633 kWh/a
Päikesepaneelide grupp G2: 96.33 kWh/(m²a) [9633 kWh/a
Päikesepaneelide grupp G3: 96.33 kWh/(m²a) [9633 kWh/a
Kokku: 289.00 kWh/(m²a) [28900 kWh/a]

Omatarve

PV toodang: 289.00 kWh/(m²a)
PV otsetarbimine: 15.77 kWh/(m²a)
PV akust: 20.68 kWh/(m²a)
Aku kaod: 2.23 kWh/(m²a)
PV eksport: 250.31 kWh/(m²a)
PV omatarbe osakaal: 12.6%







VÄLJATRÜKID TÖÖRIISTAST – TUNNIPÕHISTE ANDMETE VÄLJATRÜKK

- .csv formaadis väljatrükk, kus on kajastatud elektritarbimise ja tootmise põhilised väärtused (tunni keskmine võimsus W).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	date_time	Seadmed	Valgustus	Soe_tarbevesi	Vent_kyte	Ventilaatorid	Kytte_ringluspump	el_tarbimine_kokku	PV_tootmine_kokku	Elekter_tarnitud	PV_eksport
2	01/01/2023 00:00	214	0	54	0	50	34	352	0	352	0
3	01/01/2023 01:00	214	0	19	0	50	34	318	0	318	0
4	01/01/2023 02:00	214	0	8	1	50	34	308	0	308	0
5	01/01/2023 03:00	214	0	8	6	50	34	313	0	313	0
6	01/01/2023 04:00	214	0	3	12	50	34	314	0	314	0
7	01/01/2023 05:00	214	0	11	17	50	34	327	0	327	0
8	01/01/2023 06:00	214	49	57	22	50	34	426	0	426	0
9	01/01/2023 07:00	300	49	223	28	50	34	684	0	684	0
10	01/01/2023 08:00	300	49	188	33	50	34	654	0	654	0
11	01/01/2023 09:00	214	49	124	40	50	34	512	0	512	0
12	01/01/2023 10:00	214	16	137	47	50	34	499	0	499	0
13	01/01/2023 11:00	257	16	128	60	50	34	546	0	546	0
14	01/01/2023 12:00	257	16	129	49	50	34	536	0	536	0
15	01/01/2023 13:00	257	16	100	45	50	34	503	0	503	0
16	01/01/2023 14:00	257	16	81	40	50	34	479	0	479	0
17	01/01/2023 15:00	214	16	87	39	50	34	440	0	440	0
18	01/01/2023 16:00	214	65	94	36	50	34	494	0	494	0
19	01/01/2023 17:00	300	65	97	35	50	34	581	0	581	0
20	01/01/2023 18:00	343	65	121	35	50	34	648	0	648	0
21	01/01/2023 19:00	343	65	225	36	50	34	753	0	753	0
22	01/01/2023 20:00	343	65	287	36	50	34	815	0	815	0
23	01/01/2023 21:00	343	65	239	37	50	34	768	0	768	0
24	01/01/2023 22:00	257	49	208	37	50	34	636	0	636	0
25	01/01/2023 23:00	257	49	112	39	50	34	541	0	541	0
26	02/01/2023 00:00	214	0	54	39	50	34	391	0	391	0
27	02/01/2023 01:00	214	0	19	39	50	34	357	0	357	0
28	02/01/2023 02:00	214	0	8	39	50	34	345	0	345	0
29	02/01/2023 03:00	214	0	8	39	50	34	345	0	345	0

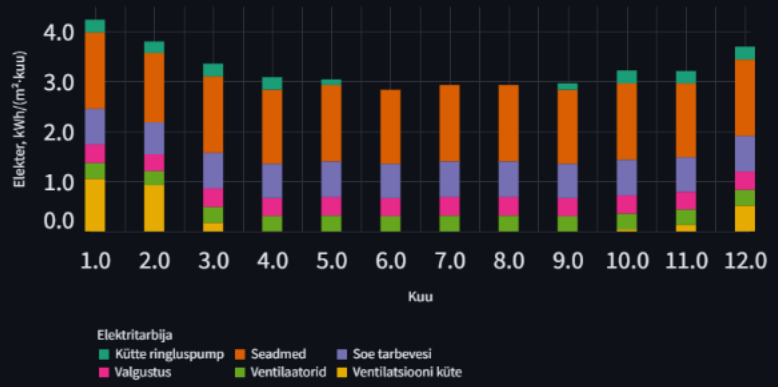
KALKULAATORI DEMO KOHAPEAL

LIVE DEMO NÄIDE

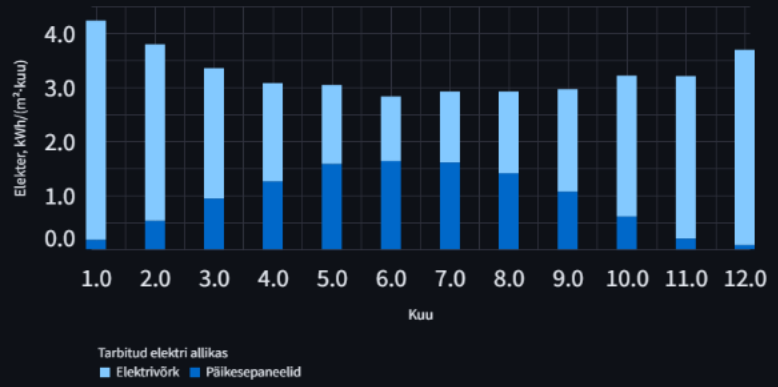
- Uusehitis, eramu, 160 m^2
- Mehaaniline sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioon, rootorsoojustagasti
- Maasoojuspump
- Põrandküte
- Viilkatus 30 kraadi, ida-lääne suunaline
- Kui suur on toodetud päikeseelektri omatarbeosakaal:
  - a) Päikesepaneelid mõlemal katusepoolel a 3 kWp
  - b) Päikesepaneelid mõlemal katusepoolel a 6 kWp
  - c) Päikesepaneelid mõlemal katusepoolel a 6 kWp + 13.5 kWh aku

Arvutusmetoodika muudatused jõustuvad 01. detsember 2024

Tarbimine



Tarbimine ja omatarve



Tarbimine

Seadmed: 18.02 kWh/(m²a)

Valgustus: 4.38 kWh/(m²a)

Soe tarbevesi: 8.33 kWh/(m²a)

Ventilatsiooni küte: 2.83 kWh/(m²a)

Ventilaatorid: 3.68 kWh/(m²a)

Kütte ringluspump: 2.00 kWh/(m²a)

Kokku: 39.24 kWh/(m²a)

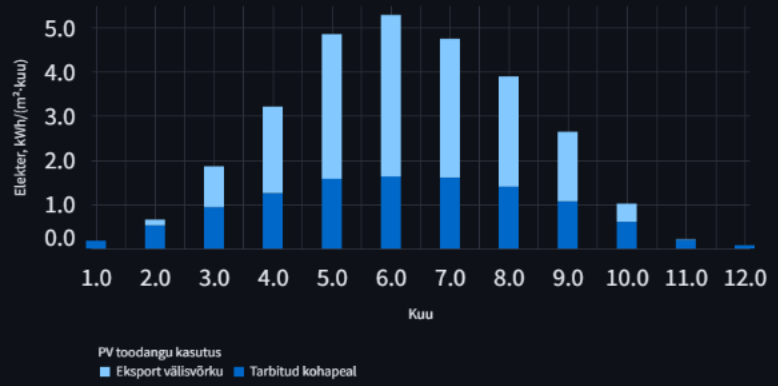
Tootmine

G1: 12.33 kWh/(m²a) [1973 kWh/a]

G2: 16.33 kWh/(m²a) [2613 kWh/a]

Kokku: 28.66 kWh/(m²a) [4586 kWh/a]

Tootmine ja omatarve



Omatarve

PV toodang: 28.66 kWh/(m²a)

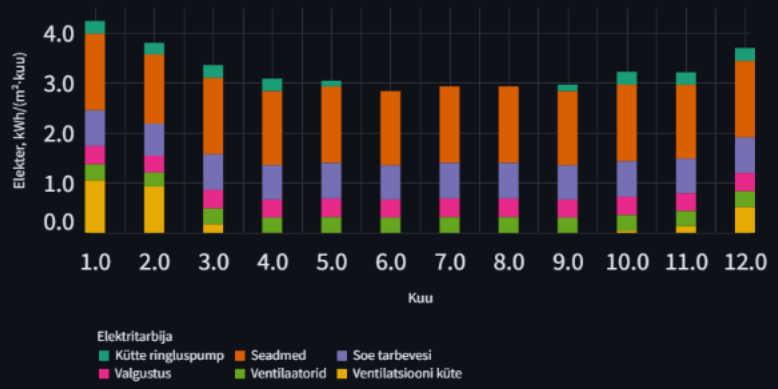
PV kohapeal: 11.09 kWh/(m²a)

PV eksport: 17.58 kWh/(m²a)

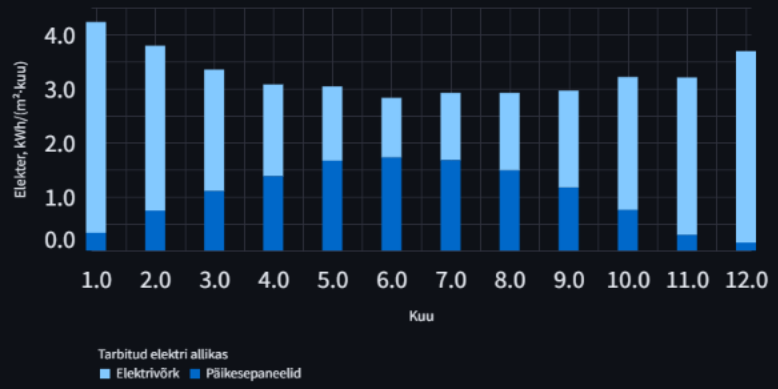
PV omatarbe osakaal: 38.7%

Arvutusmetoodika muudatused jõustuvad 01. detsember 2024

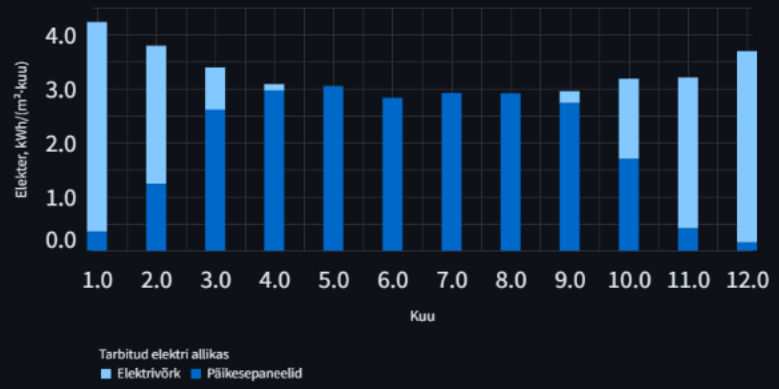
Tarbimine



Tarbimine ja omatarve



Tarbimine ja omatarve akuga



Tarbimine

Seadmed: 18.02 kWh/(m²a)

Valgustus: 4.38 kWh/(m²a)

Soe tarbevesi: 8.33 kWh/(m²a)

Ventilatsiooni küte: 2.83 kWh/(m²a)

Ventilaatorid: 3.68 kWh/(m²a)

Kütte ringluspump: 2.00 kWh/(m²a)

Kokku: 39.24 kWh/(m²a)

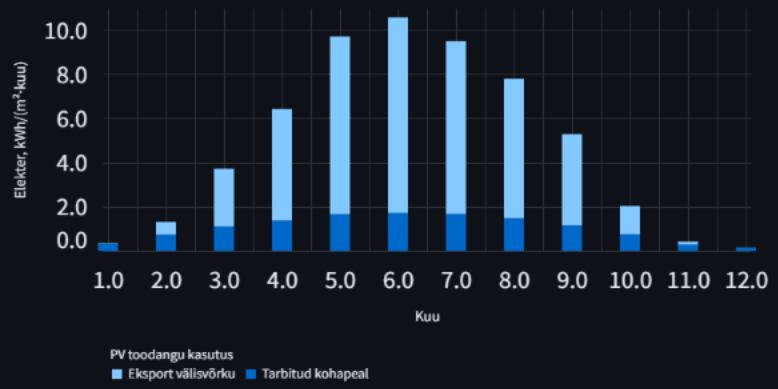
Tootmine

G1: 24.66 kWh/(m²a) [3946 kWh/a]

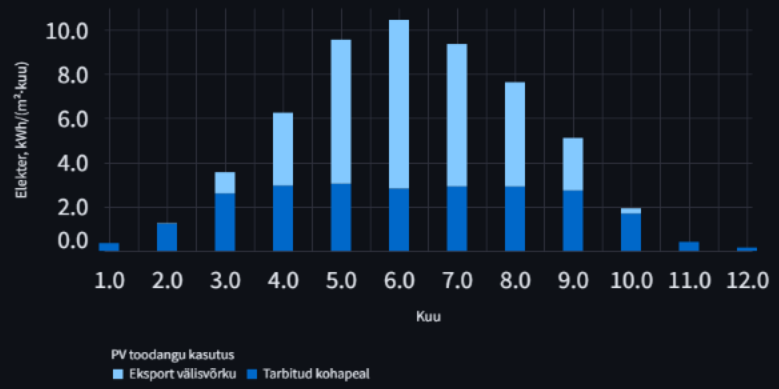
G2: 32.66 kWh/(m²a) [5226 kWh/a]

Kokku: 57.32 kWh/(m²a) [9172 kWh/a]

Tootmine ja omatarve



Tootmine ja omatarve akuga



Omatarve

PV toodang: 57.32 kWh/(m²a)

PV kohapeal: 12.49 kWh/(m²a)

PV eksport: 44.83 kWh/(m²a)

PV omatarbe osakaal: 21.8%

Omatarve akuga

PV toodang: 57.32 kWh/(m²a)

PV otsetarbimine: 12.49 kWh/(m²a)

PV akust: 11.40 kWh/(m²a)

Aku kaod: 1.23 kWh/(m²a)

PV eksport: 32.20 kWh/(m²a)

PV omatarbe osakaal akuga: 41.7%

Ülikooli spordhoone näide

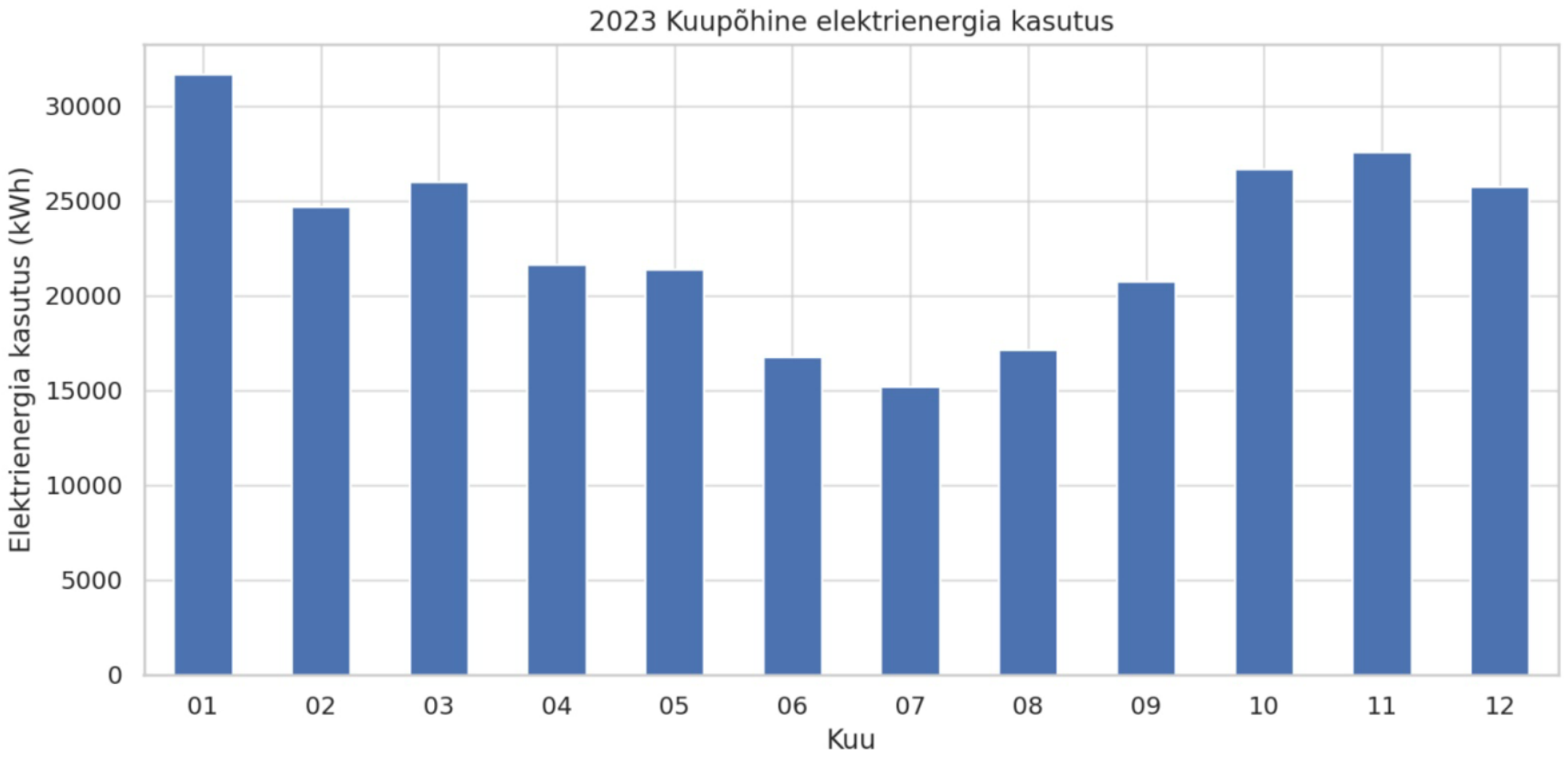
Kui suur on tänane elektrienergia kasutus?

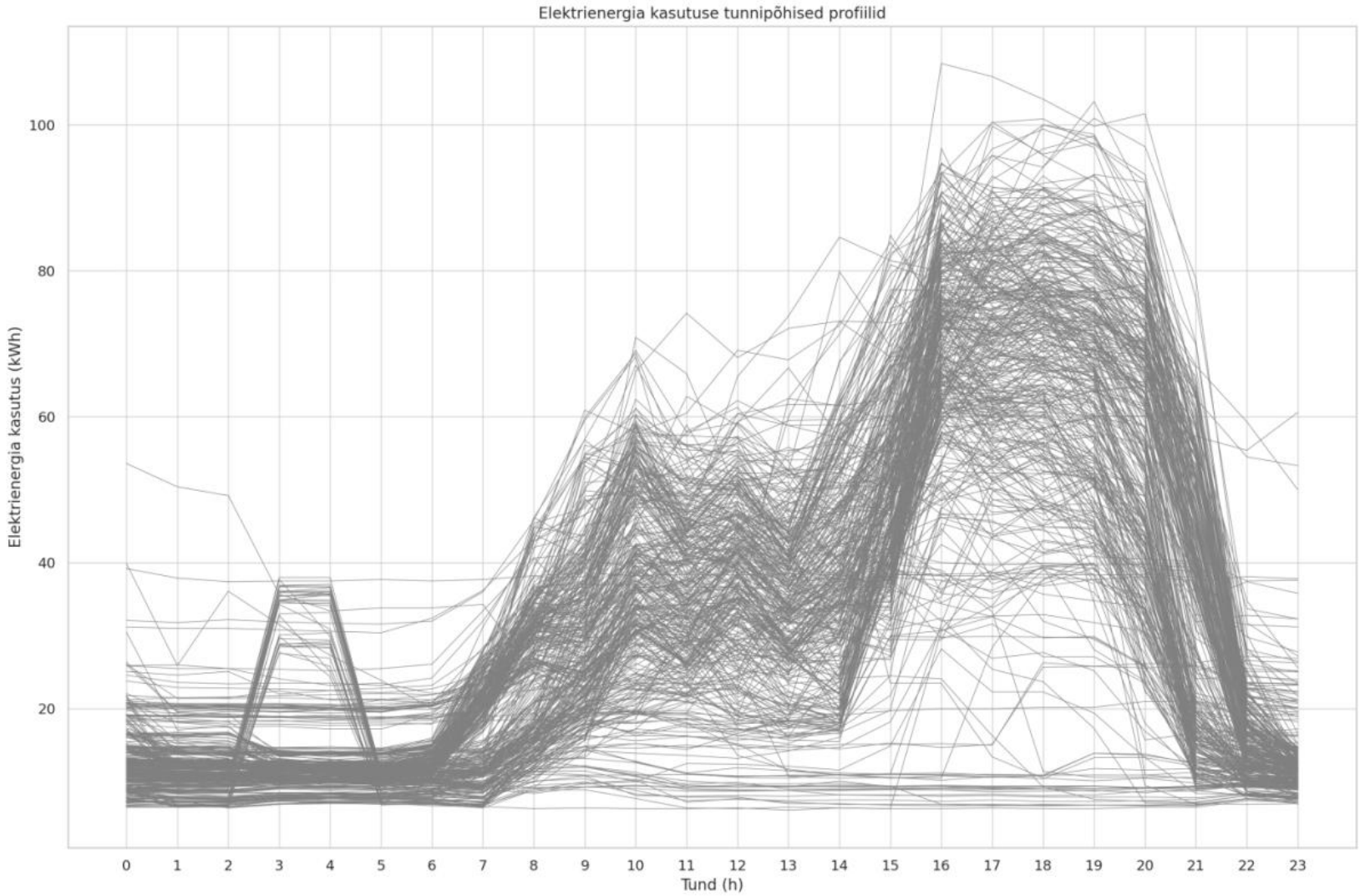
Mis mahus on mõistlik paigaldada päikesepaneele?

Kas ja mis mahus on mõistlik paigaldada akusüsteeme?






2023 Kuupõhine elektrienergia kasutus
Elektrienergia kasutus (kWh)
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
Kuu


Elektrienergia kasutuse tunnipõhised profiilid
Elektrienergia kasutus (kWh)
100
80
60
40
20
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
Tund (h)

	A	B	C	D
1	Mõõtepunkti kood	38ZEE-00223581-7	38ZEE-00223582-4	
2	Mõõtepunkti aadress	Männiliiva tänav 7, Tallinn, Tallinn, Harju maakond	Männiliiva tänav 7, Tallinn, Tallinn, Harju maakond	
3				
4				
5	Periood	Tarbitud energia (võrgust) / kWh	Tarbitud energia (võrgust) / kWh	Kokku tarbitud energia (võrgust) / kWh
6	1.1.2023 0:00	2.900	15.400	18.300
7	1.1.2023 1:00	2.900	15.300	18.200
8	1.1.2023 2:00	2.800	15.500	18.300
9	1.1.2023 3:00	2.800	15.500	18.300
10	1.1.2023 4:00	2.900	15.500	18.400
11	1.1.2023 5:00	2.900	15.500	18.400
12	1.1.2023 6:00	2.800	15.600	18.400
13	1.1.2023 7:00	2.800	15.600	18.400
14	1.1.2023 8:00	2.900	15.600	18.500
15	1.1.2023 9:00	2.800	15.500	18.300
16	1.1.2023 10:00	2.700	15.500	18.200
17	1.1.2023 11:00	3.000	15.500	18.500
18	1.1.2023 12:00	2.800	15.500	18.300
19	1.1.2023 13:00	2.600	15.800	18.400
20	1.1.2023 14:00	2.800	16.300	19.100
21	1.1.2023 15:00	2.800	16.900	19.700
22	1.1.2023 16:00	2.800	17.200	20.000
23	1.1.2023 17:00	2.600	17.400	20.000
24	1.1.2023 18:00	2.800	17.400	20.200
25	1.1.2023 19:00	2.800	17.400	20.200
26	1.1.2023 20:00	2.700	18.300	21.000
27	1.1.2023 21:00	2.700	18.300	21.000
28	1.1.2023 22:00	2.800	17.400	20.200
29	1.1.2023 23:00	2.700	17.400	20.100
30	2.1.2023 0:00	2.800	17.200	20.000
31	2.1.2023 1:00	2.700	17.300	20.000
32	2.1.2023 2:00	2.800	17.200	20.000
33	2.1.2023 3:00	2.800	17.200	20.000
34	2.1.2023 4:00	2.600	17.200	19.800
35	2.1.2023 5:00	2.800	17.200	20.000


```
 1  18.30
 2  18.20
 3  18.30
 4  18.30
 5  18.40
 6  18.40
 7  18.40
 8  18.40
 9  18.50
10  18.30
11  18.20
12  18.50
13  18.30
14  18.40
15  19.10
16  19.70
17  20.00
18  20.00
19  20.20
20  20.20
21  21.00
22  21.00
23  20.20
24  20.10
25  20.00
26  20.00
27  20.00
28  20.00
29  19.80
30  20.00
31  20.30
32  25.10
33  31.60
34  34.80
35  41.10
36  43.70
37  43.40
38  39.20
```



KARL-VILLEM VÕSA

karl-villem.vosa@taltech.ee