



EESTI-ŠVEITSI KOOSTÖÖPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME

Madalaenergia- ja liginullenergiaeramu juhendist

Teet Tark
Hevac OÜ



EESTI-ŠVEITSI KOOSTÖÖPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME



Eesti-Šveitsi koostööprogrammi raames ja
toetusel ning SA KredEx tellimusel.



EESTI-ŠVEITSI KOOSTÖÖPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME

Mõeldud arhitektile, insenerile, arendajale,
tellijale varases projekteerimisetapis hoone
energiatõhususe hindamiseks



EESTI-ŠVEITSI KOOSTÖÖPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME



3 juhendit

- Eramu
- Kortterelamu
- Nn avalikud hooned



Koosseis

- Sissejuhatus
 - Mis on madalaenergia- ja liginullenergiahoone
 - Tõendamispõhimõte
 - ETA kujunemine ja näited
- Piirdetarindid ja nende mõju energiatarbele
- Tehnosüsteemid ja nende mõju energiatarbele
- Näited



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir



Hoone

Ostetakse elektrivõrgust

| Neto energia | | Tehnosüsteemid | |
|----------------|-----|----------------|--|
| Küte | 38 | $38/0,95=40$ | |
| Soe tarbevesi | 23 | 23 | |
| Vent. soojus | 6 | 6 | |
| Muu elekter | 36 | 36 | |
| ----- | | ----- | |
| Kokku elektrit | 103 | 105 | |

105

105

ETA:

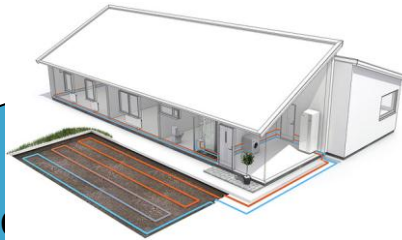
$$(105) * 1,5 \approx 158$$



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegurid)

Tarnitud energia

Krundi piir



H

Ostetakse elektrivõrgust

| Neto energia | | Tehnosüsteemid | |
|----------------|-------|----------------|--------------------|
| Küte | 38 | ← | $38/3,5/0,95=11,4$ |
| Soe tarbevesi | 23 | ← | $23/2,7=8,5$ |
| Vent. soojus | 6 | ← | 6 |
| Muu elekter | 36 | ← | 36 |
| ----- | ----- | | ----- |
| Kokku elektrit | 103 | ← | 61,9 |

61,9

61,9

ETA:

$(61,9)*1,5\approx 93$

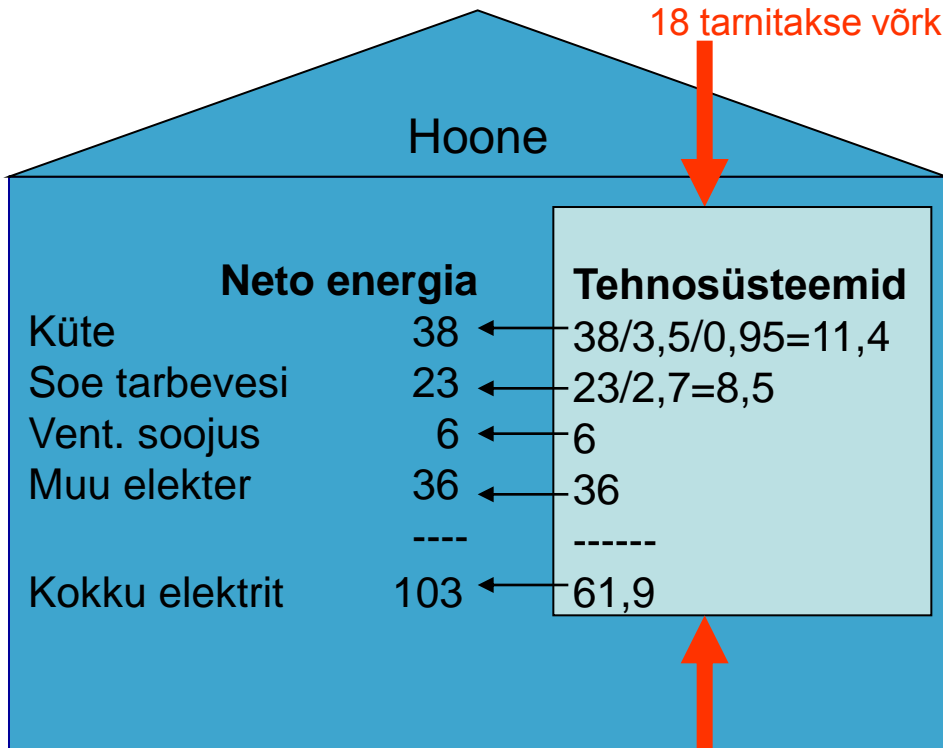


Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

PV paneel 30, millest
12 tarbitakse hoones ja
18 tarnitakse võrku tagasi



Hoone

Ostetakse
elektrivõrgust

Neto energia

Tehnosüsteemid

| | | | |
|----------------|------|---|--------------------|
| Küte | 38 | ← | $38/3,5/0,95=11,4$ |
| Soe tarbevesi | 23 | ← | $23/2,7=8,5$ |
| Vent. soojus | 6 | ← | 6 |
| Muu elekter | 36 | ← | 36 |
| ---- | ---- | | ---- |
| Kokku elektrit | 103 | ← | 61,9 |

61,9-12-3

46,9

ETA:

$$(46,9-24)*1,5\approx 34$$

Müüakse
elektrivõrku

18+6

24

Tuulegeneraator 9, millest
3 tarbitakse hoones ja
6 tarnitakse võrku tagasi



Energiatarve ja energiatõhususe arv



EESTI-ŠVEITSI KOOSTOOPPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME



ARENGUFOND
ESTONIAN DEVELOPMENT FUND

Energiatõhususarv

- arvutuslik **summaarne tarnitud** energiate kaalutud erikasutus hoone standardkasutusel
 - Küte
 - Soe tarbevesi
 - Ventilatsiooni soojus
 - Ventilatsiooni elekter
 - Valgustuse elekter
 - Seadmete elekter
 - Tehnosüsteemide elekter



ETA saamine

- Netoenergia
 - tarbitud energia (näiteks soojuskadude kompenseerimine)
- Tarnitud energia
 - arvestab kadusid, kasutegureid, COP jms
 - sisuliselt hoonesse (krundile) tarnitud (ostetud) energia
- ETA
 - Tarnitud energiakandjate kaupa korrutatakse läbi kaalumisteguritega
 - kaalumisteguritega läbi korrutatud brutoenergiate summa jagatakse hoone köetava pinnaga



Neto



50 kWh/m²

Tarnitud energia



100 % elekter $1 \cdot 50 = 50$



50% päike 0

50% elekter $0,5 \cdot 50 = 25$

Kokku 25



100 % soojuspump COP=3

elekter: $50/3 = 17$



Katel kasutegur 0,85

Kütus: $50/0,85 = 59$



Kaugküte: $1 \cdot 50 = 50$



Kaalumistegurid

| | |
|--|-------|
| taastuvtoormel põhinevad kütused (puit ja puidupõhised kütused ning muud biokütused, v.a turvas ja turbabrikett) | 0,75; |
| kaugküte | 0,9; |
| vedelkütused (kütteõlid ja vedelgaas) | 1,0; |
| maagaas | 1,0; |
| tahked fossiilkütused (kivisüsi jms) | 1,0; |
| turvas ja turbabrikett | 1,0; |
| elekter | 1,5. |



Neto



50 kWh/m²

ETA

Tarnitud energia



100 % elekter $1 \cdot 50 = 50$

$50 \cdot 1,5 = 75$



50% päike 0

50% elekter $0,5 \cdot 50 = 25$

Kokku 25

$25 \cdot 1,5 = 38$



100 % soojuspump

elekter: $50/3 = 17$

$17 \cdot 1,5 = 26$



Katel kasutegur 0,85

Kütus: $50/0,85 = 59$

gaas $59 \cdot 1 = 59$

pellet $59 \cdot 0,75 = 44$



Kaugküte $1 \cdot 50 = 50$

$50 \cdot 0,9 = 45$



Näited



EESTI-ŠVEITSI KOOSTOOPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME



Eramu

- Köetav pind 200 m²
- Vesipõrandküte
- H/A 0,6 W/(K·m²)
- Küttesüsteemi kasutegur 0,93
- 40 m²/inimene



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

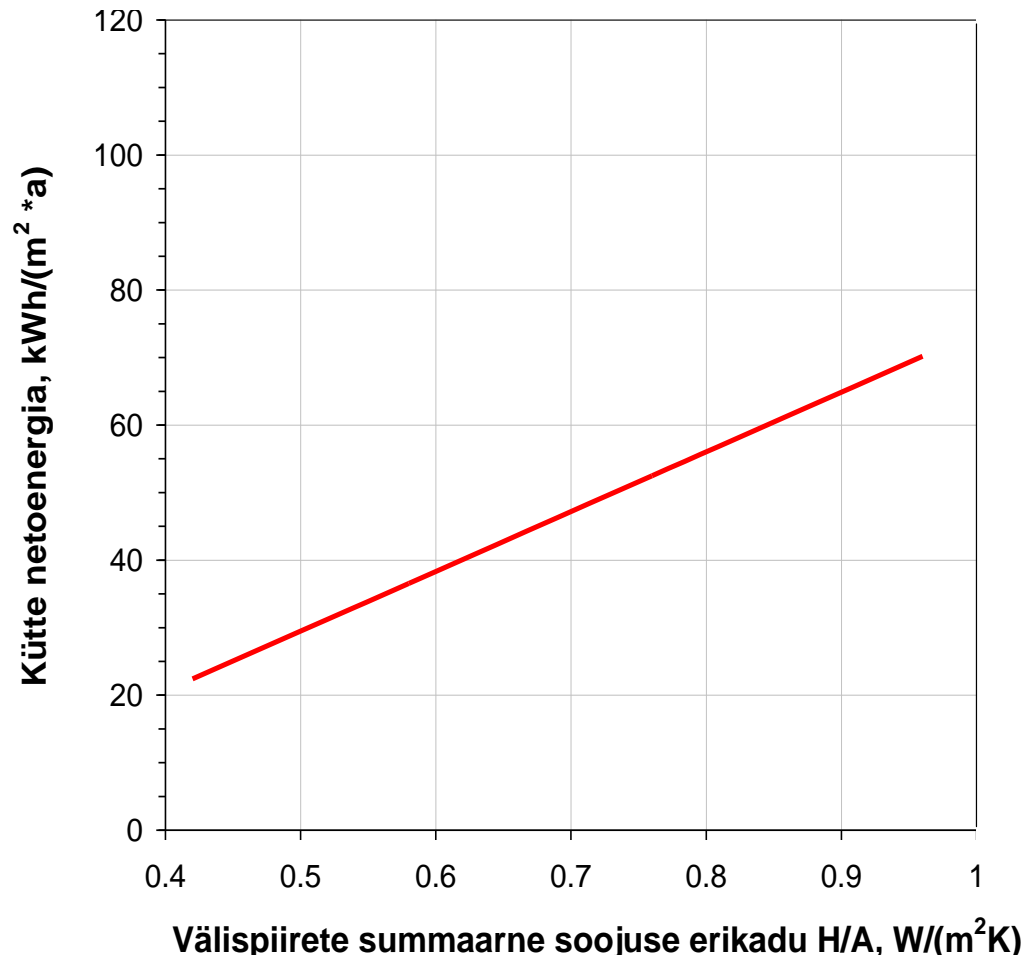
NETO ENERGIA

Küte

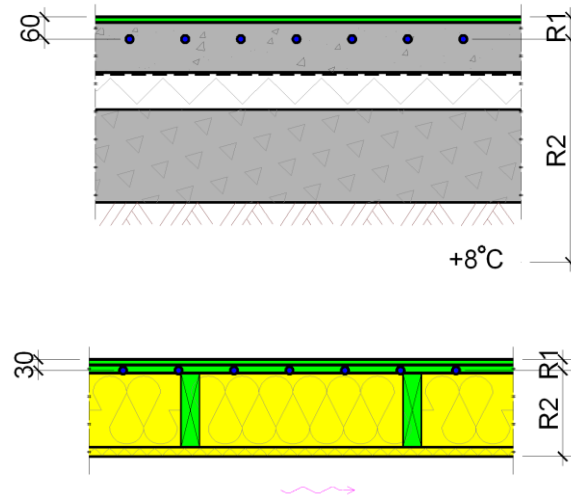
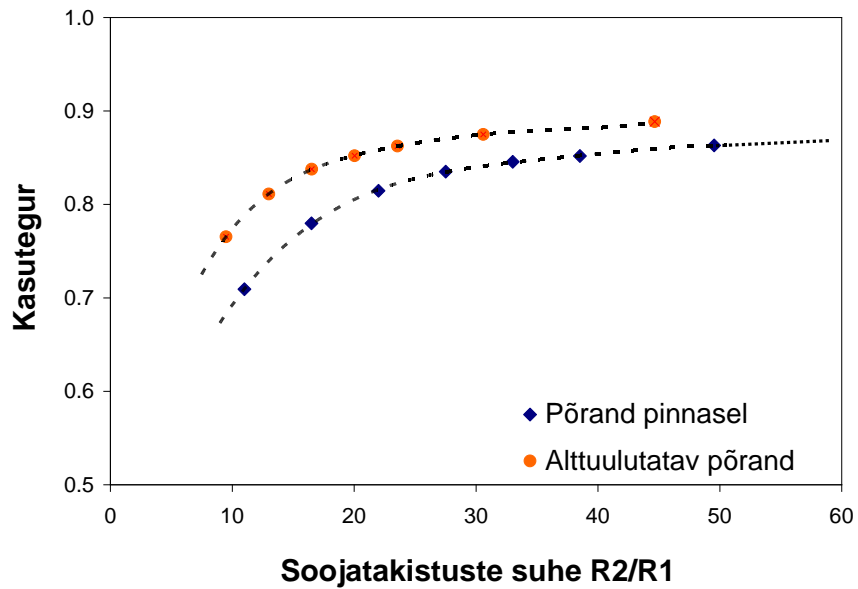
Tehnosüsteemid

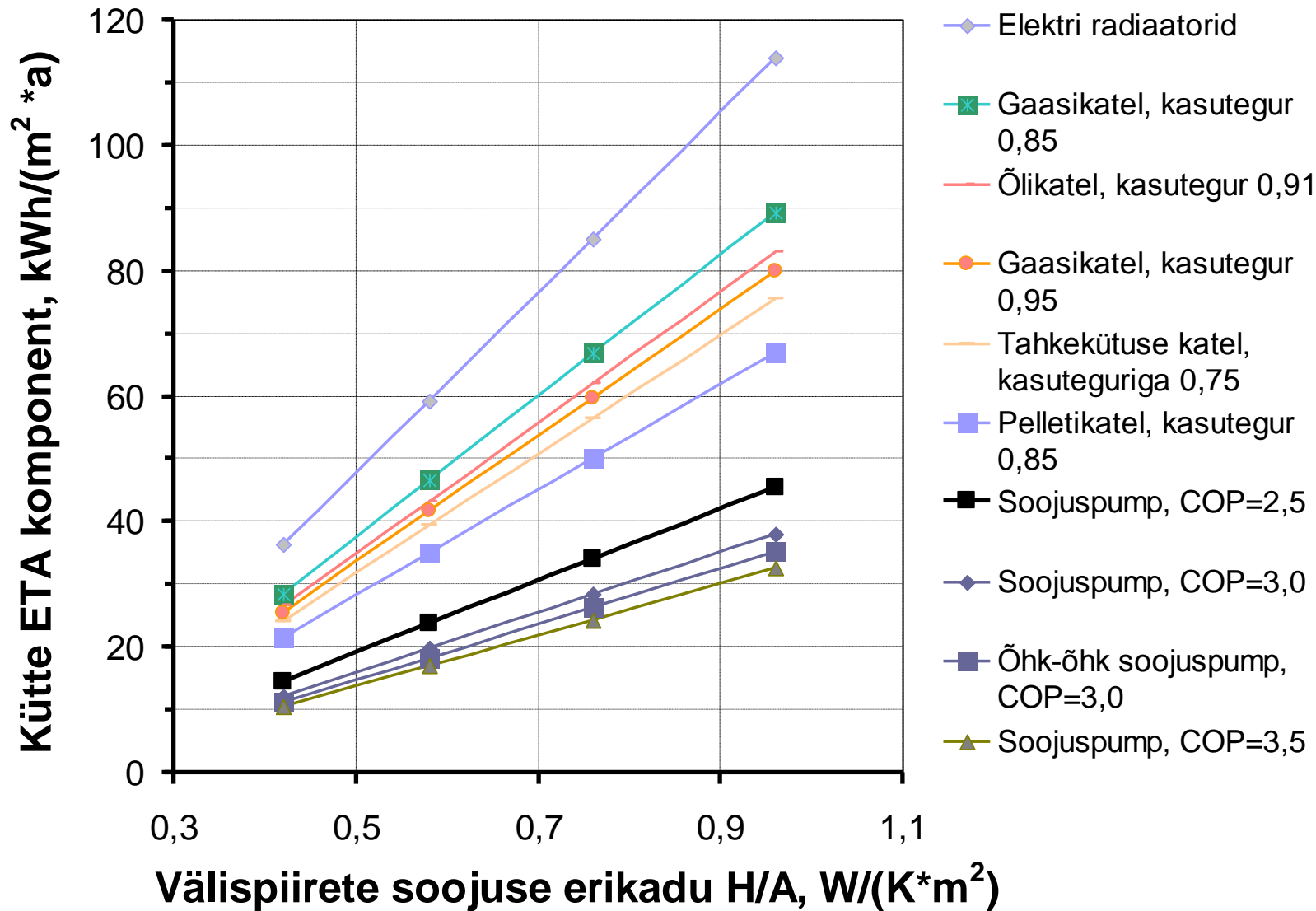


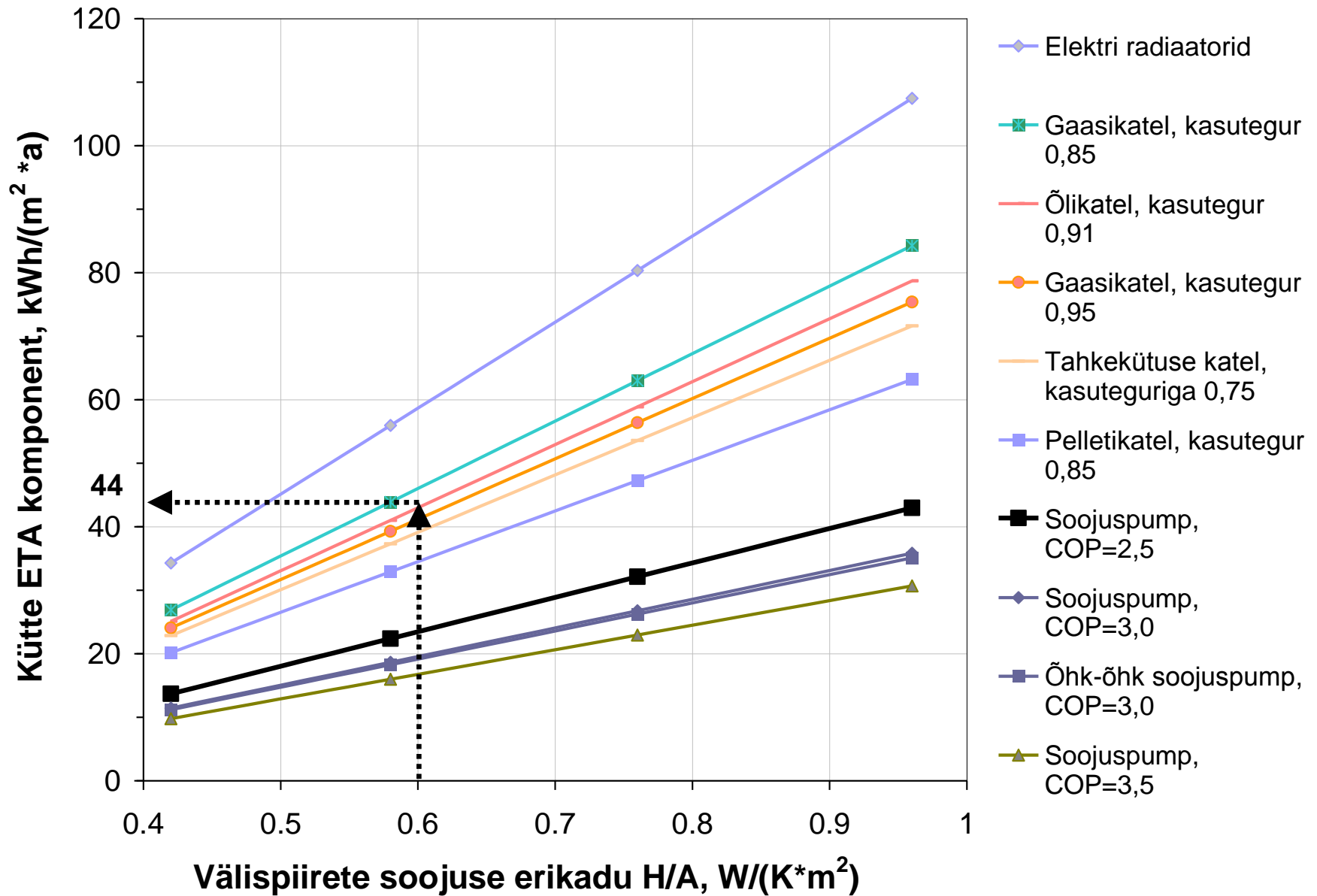
Küte



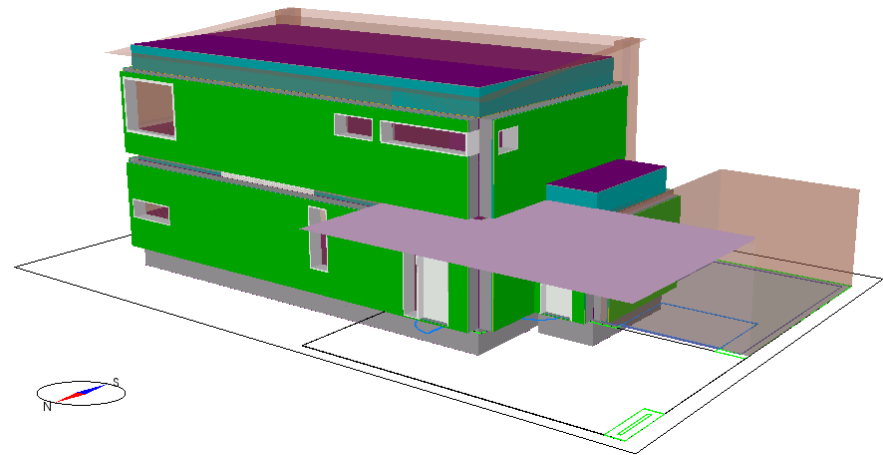
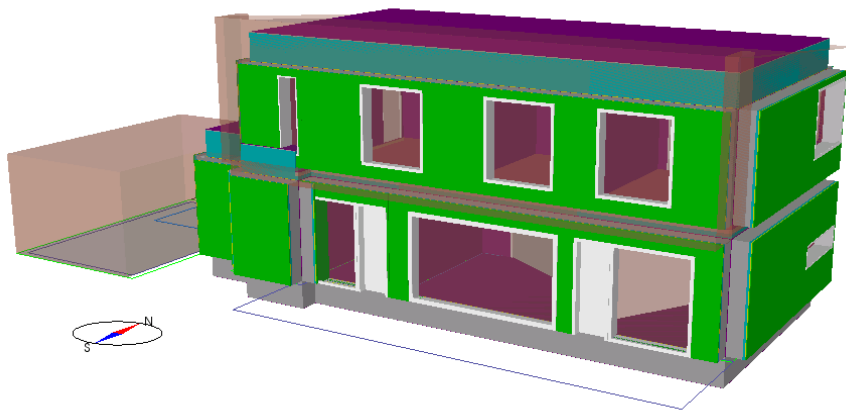
Põrandkütte kasutegur

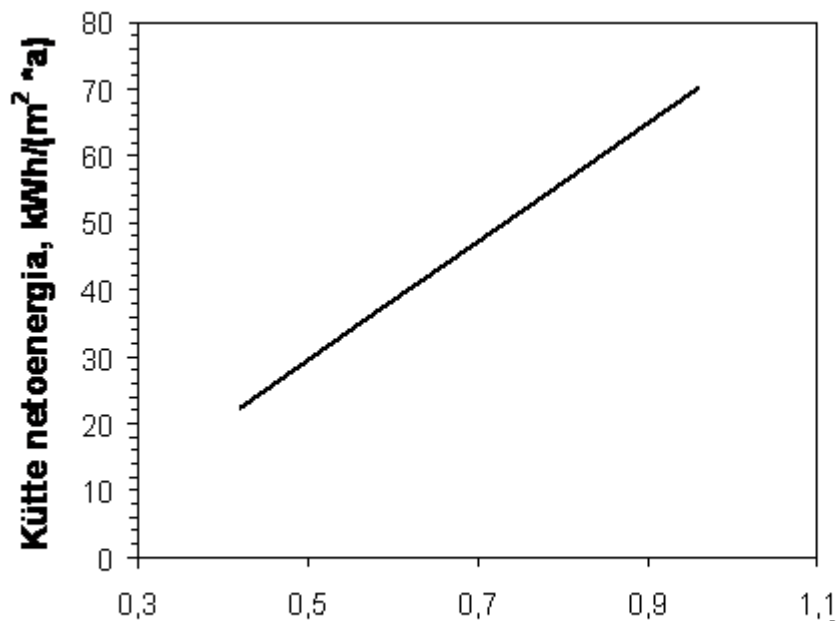




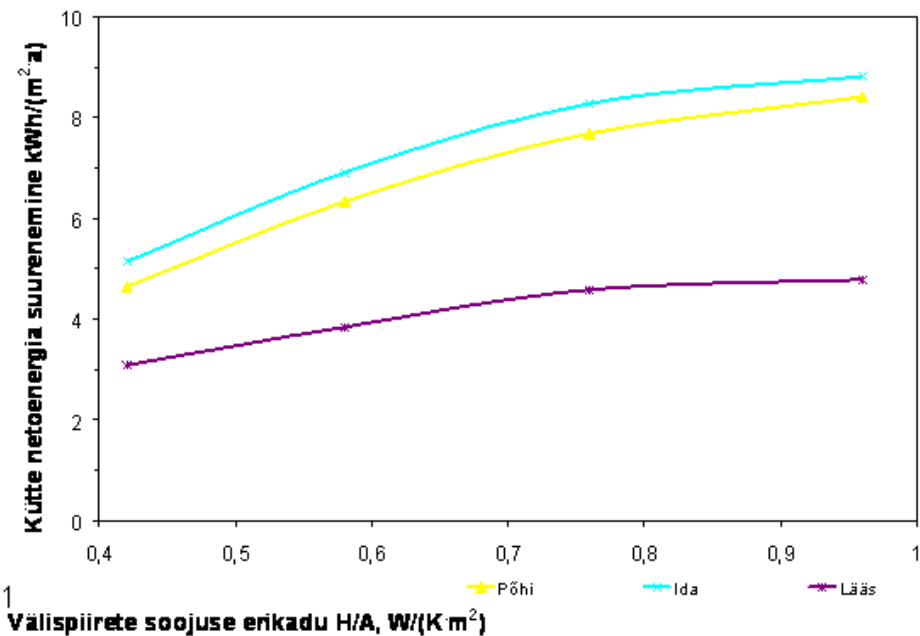


Küttekulu sõltub hoone orientatsioonist ja akendest





Välispiirete soojuse erikadu H/A , $W/(K \cdot m^2)$



Välispiirete soojuse erikadu H/A , $W/(K \cdot m^2)$



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Tehnosüsteemid

Küte 44



EESTI-SVEITSI KOOSTÖÖPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME



ARENGUFOND
ESTONIAN DEVELOPMENT FUND

Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

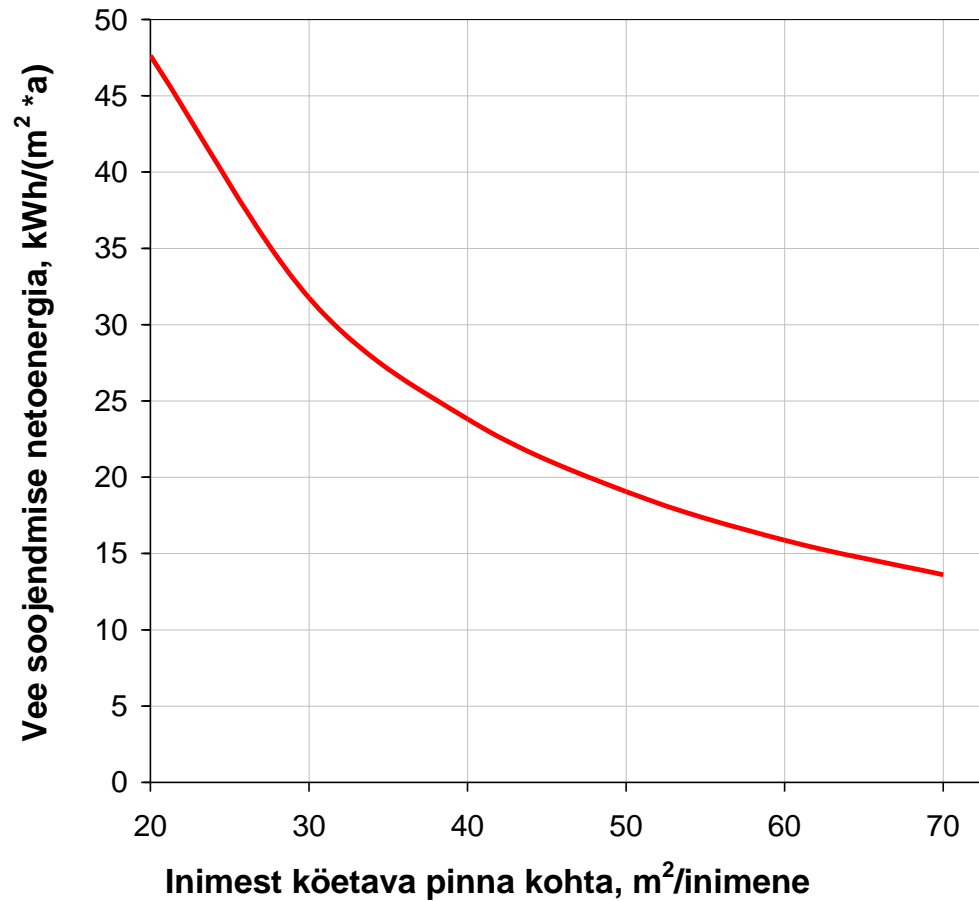
NETO ENERGIA
Küte
Soe tarbevesi

Tehnosüsteemid

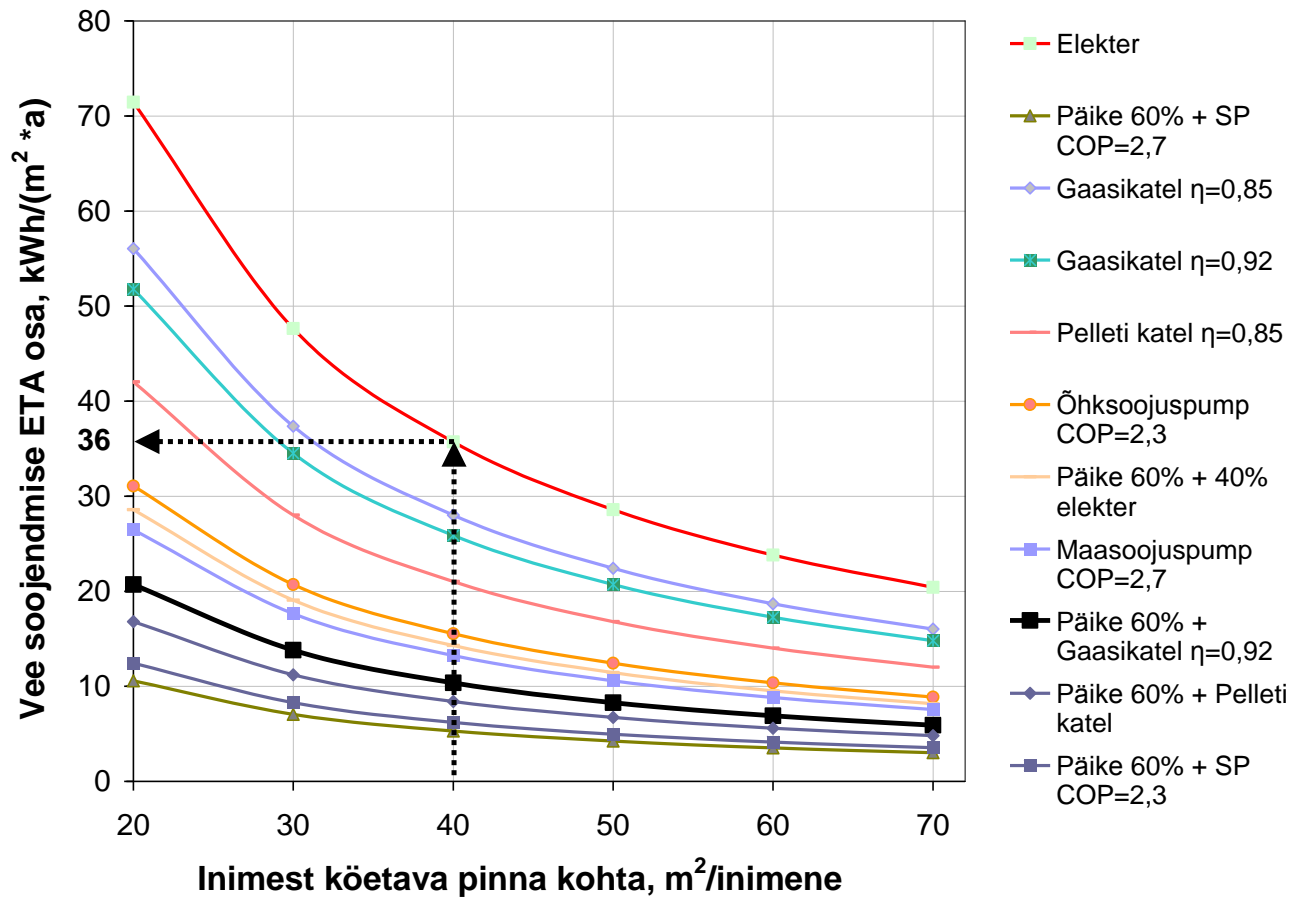
Küte 44



Netoenergia



ETA komponent



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA
Küte
Soe tarbevesi

Tehnosüsteemid

Küte 44

Soe tarbevesi 36



EESTI-SVEITSI KOOSTÖÖPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME



ARENGUFOND
ESTONIAN DEVELOPMENT FUND

Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

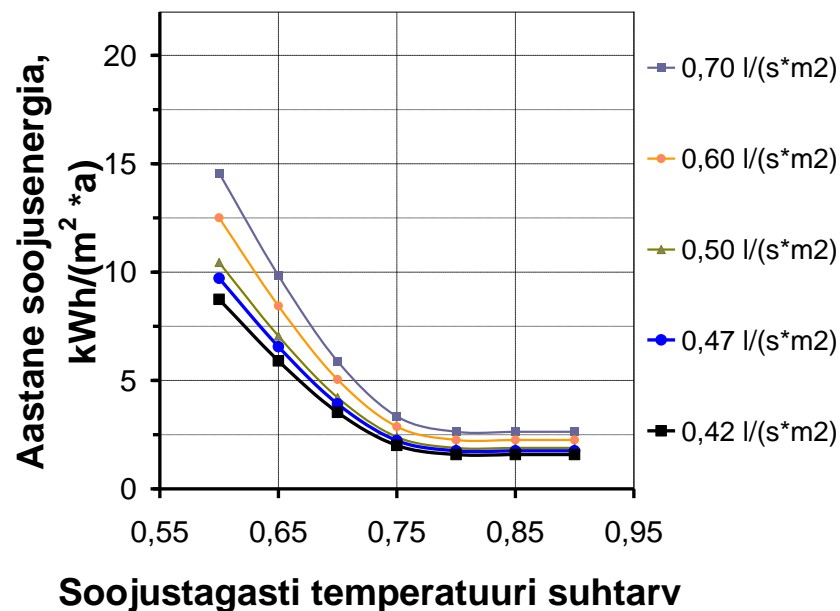
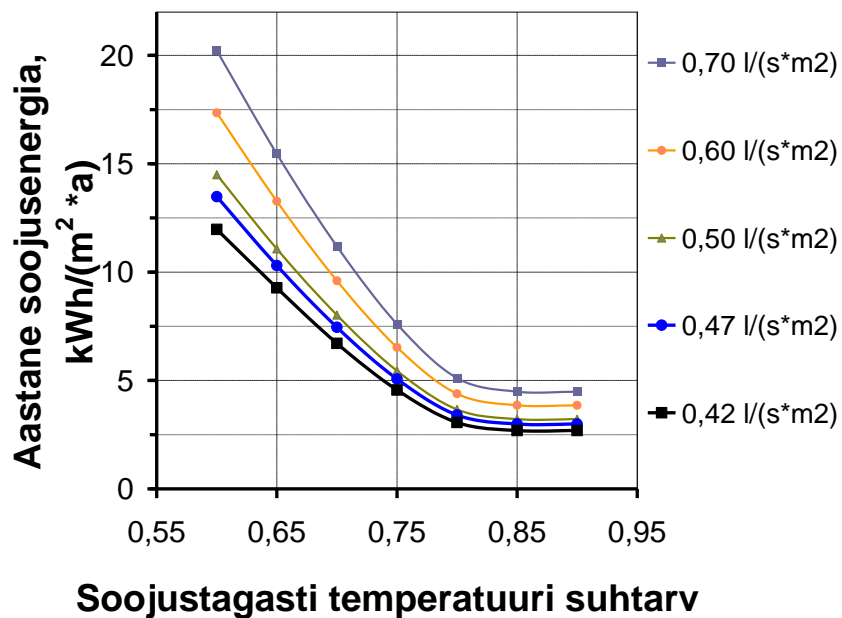
Tehnosüsteemid

Küte 44

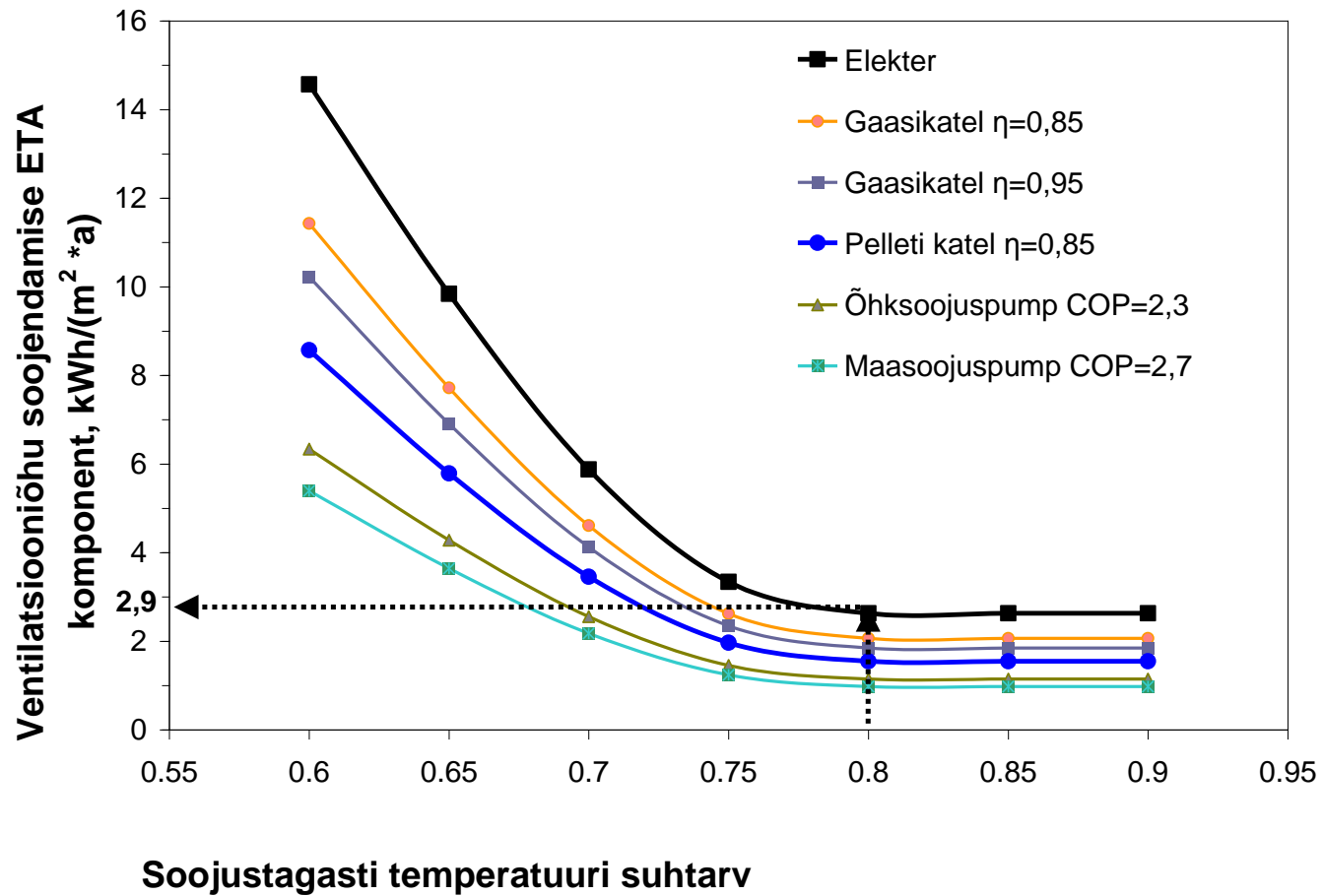
Soe tarbevesi 36



Ventilatsiooni netosoojus külmumiskaitse 0 °C, ruumi temp. 21 (vasak) ja 23 °C (paremal)



ETA komponent



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Tehnosüsteemid

Küte 44

Soe tarbevesi 36

Ventil. soojus 2,9



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Tehnosüsteemid

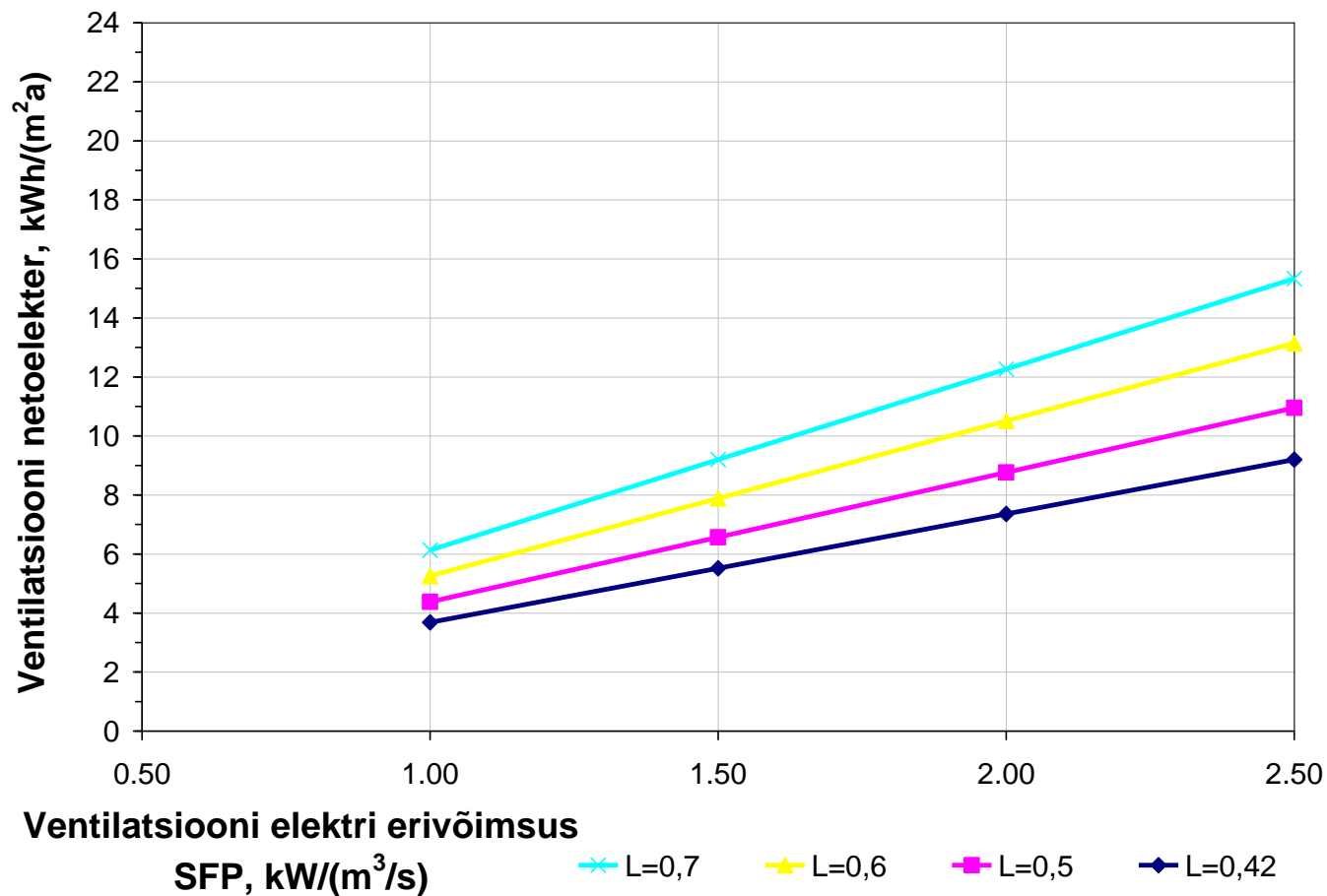
Küte 44

Soe tarbevesi 36

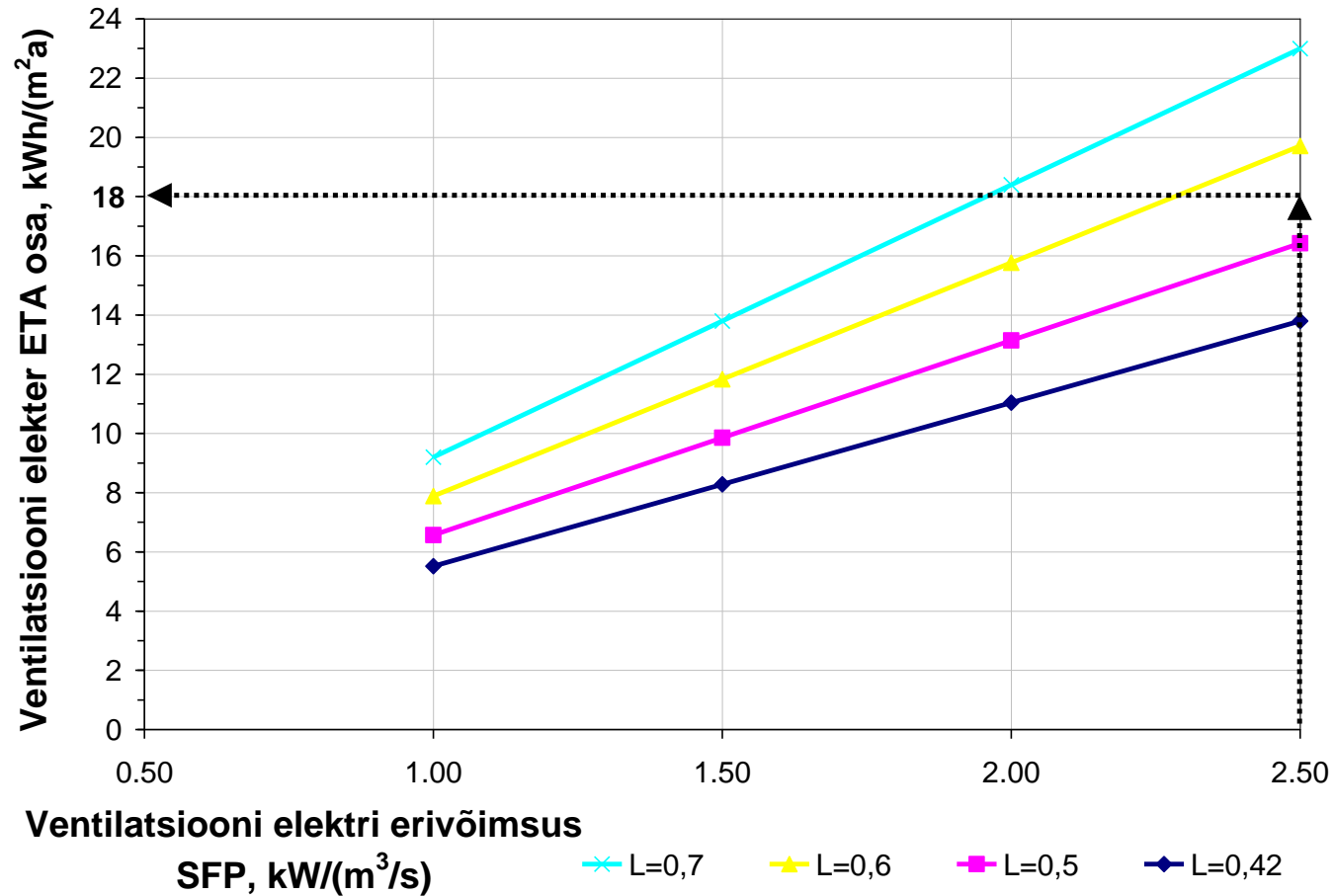
Ventil. soojus 2,9



Netoenergia



ETA komponent



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Tehnosüsteemid

Küte 44

Soe tarbevesi 36

Ventil. soojus 2,9

Ventil. elekter 18



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Valgustus ja seadmed

Tehnosüsteemid

Küte 44

Soe tarbevesi 36

Ventil. soojus 2,9

Ventil. elekter 18



- Standardkasutus neto:
 - valgustuseks 7 kWh/(m²·a),
 - elektriseadmetele 18 kWh/(m²·a)
- ETA:
 - valgustuseks 10,5 kWh/(m²·a),
 - elektriseadmetele 27 kWh/(m²·a)
- Kokku **37,5**



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Valgustus ja seadmed

Tehnosüsteemid

Küte 44

Soe tarbevesi 36

Ventil. soojus 2,9

Ventil. elekter 18

Valg.+sead. 37,5



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Valgustus ja seadmed

Tsirk pumbad

Tehnosüsteemid

Küte 44

Soe tarbevesi 36

Ventil. soojus 2,9

Ventil. elekter 18

Valg.+sead. 37,5



- Ca 1 kWh/(m²·a)



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Valgustus ja seadmed

Tsirk pumbad

Tehnosüsteemid

Küte 44

Soe tarbevesi 36

Ventil. soojus 2,9

Ventil. elekter 18

Valg.+sead. 37,5

Tsirk. Pump 1

Kokku 139



Madalaenergiaeramu



EESTI-SWEITSI KOOSTOOPPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME

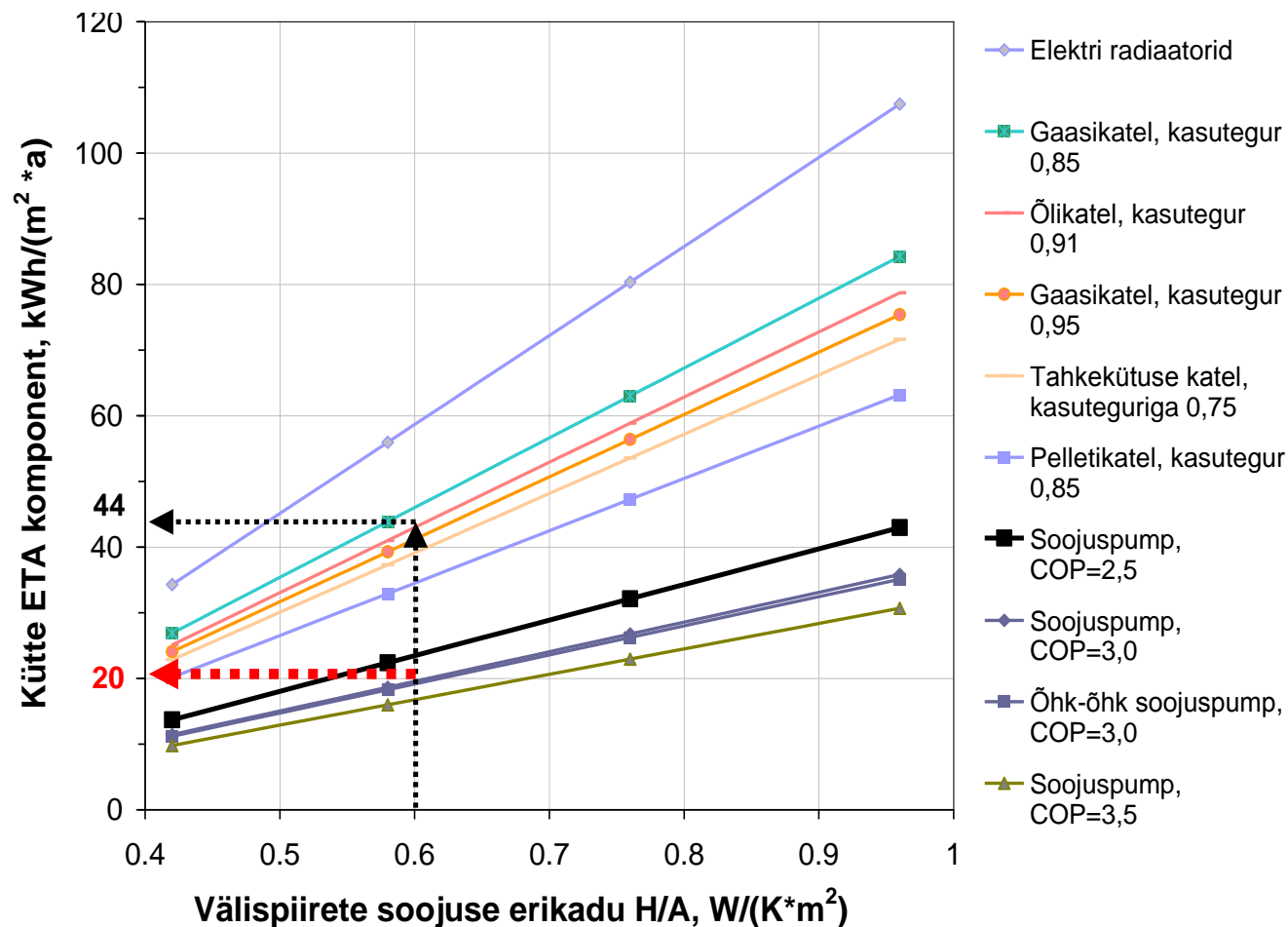


EKVÜ

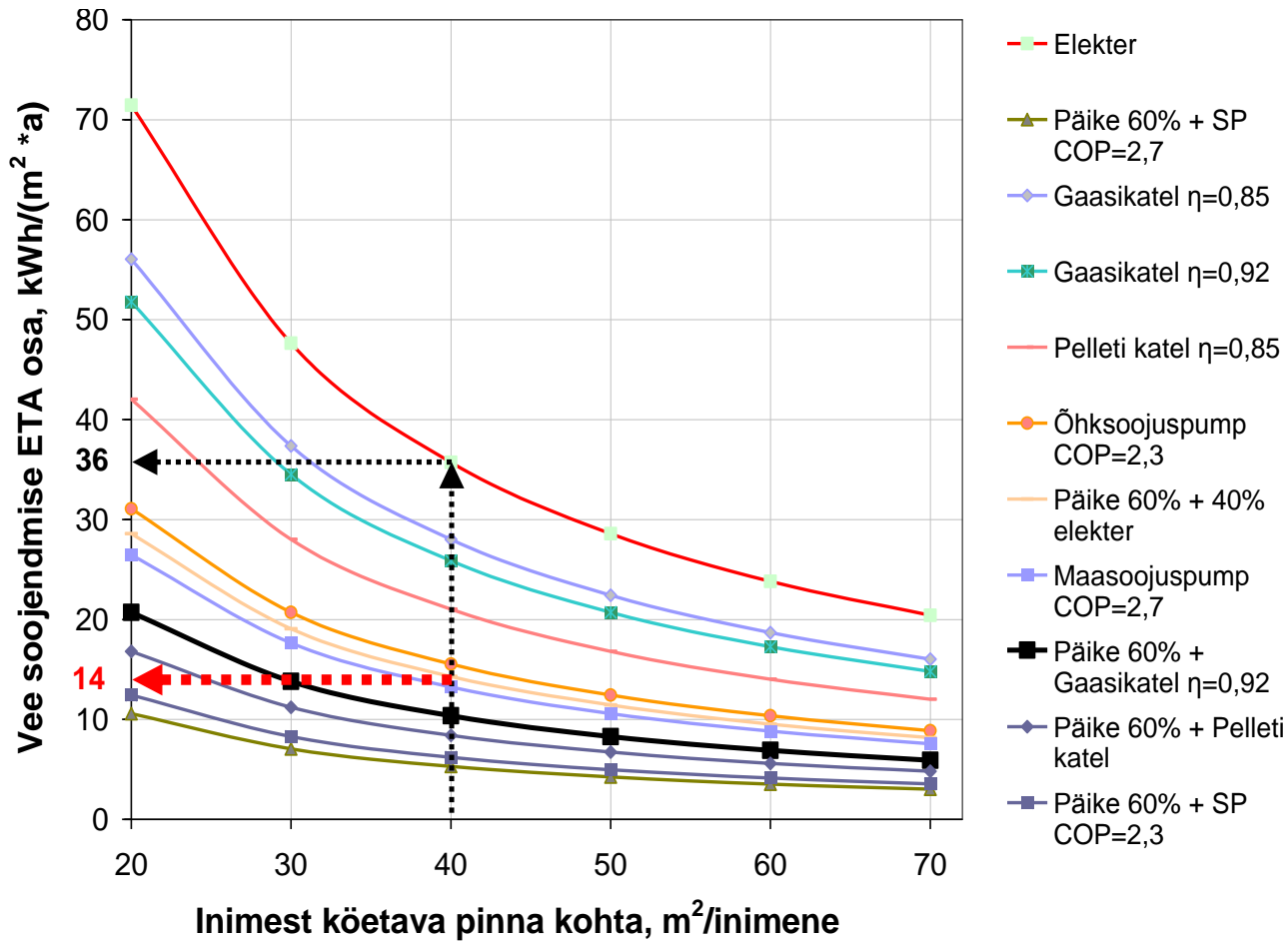


ARENGUFOND
ESTONIAN DEVELOPMENT FUND

Maasoojuspump küttele



Maasoojuspump soojale tarbeveele



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Valgustus ja seadmed

Tsirk pumbad

Tehnosüsteemid

Küte 44

Soe tarbevesi 36

Ventil. soojus 2,9

Ventil. elekter 18

Valg.+sead. 37,5

Tsirk. Pump 1

Kokku 139



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Valgustus ja seadmed

Tsirk pumbad

Tehnosüsteemid

Küte **20**

Soe tarbevesi **14**

Ventil. soojus 2,9

Ventil. elekter 18

Valg.+sead. 37,5

Tsirk. Pump 1

Kokku 93



Jahutus

- Tuleks mõelda maksimaalselt passiivsetele meetmetele
 - Päikesekaitsed
 - Varjud
 - Tuulutamine jms
- Ei tohi unustad päevavalgust ja insolatsiooni
- $< 150 \text{ }^\circ\text{h}$
- Täpne arvutus eeldab dünaamilist simulatsiooni
- ETA komponent üldjuhul alla $4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$.



Liginullenergiaeramu

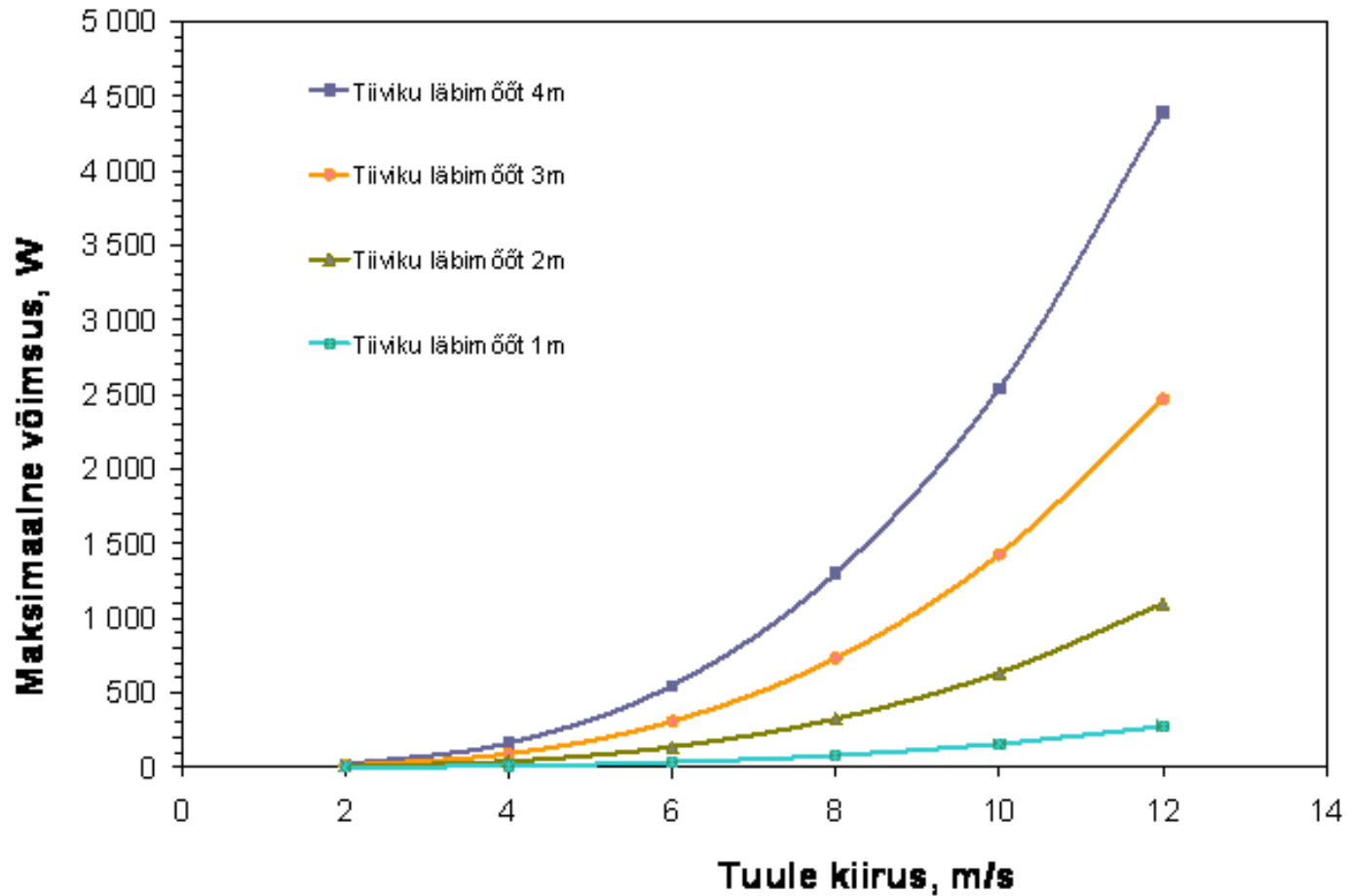


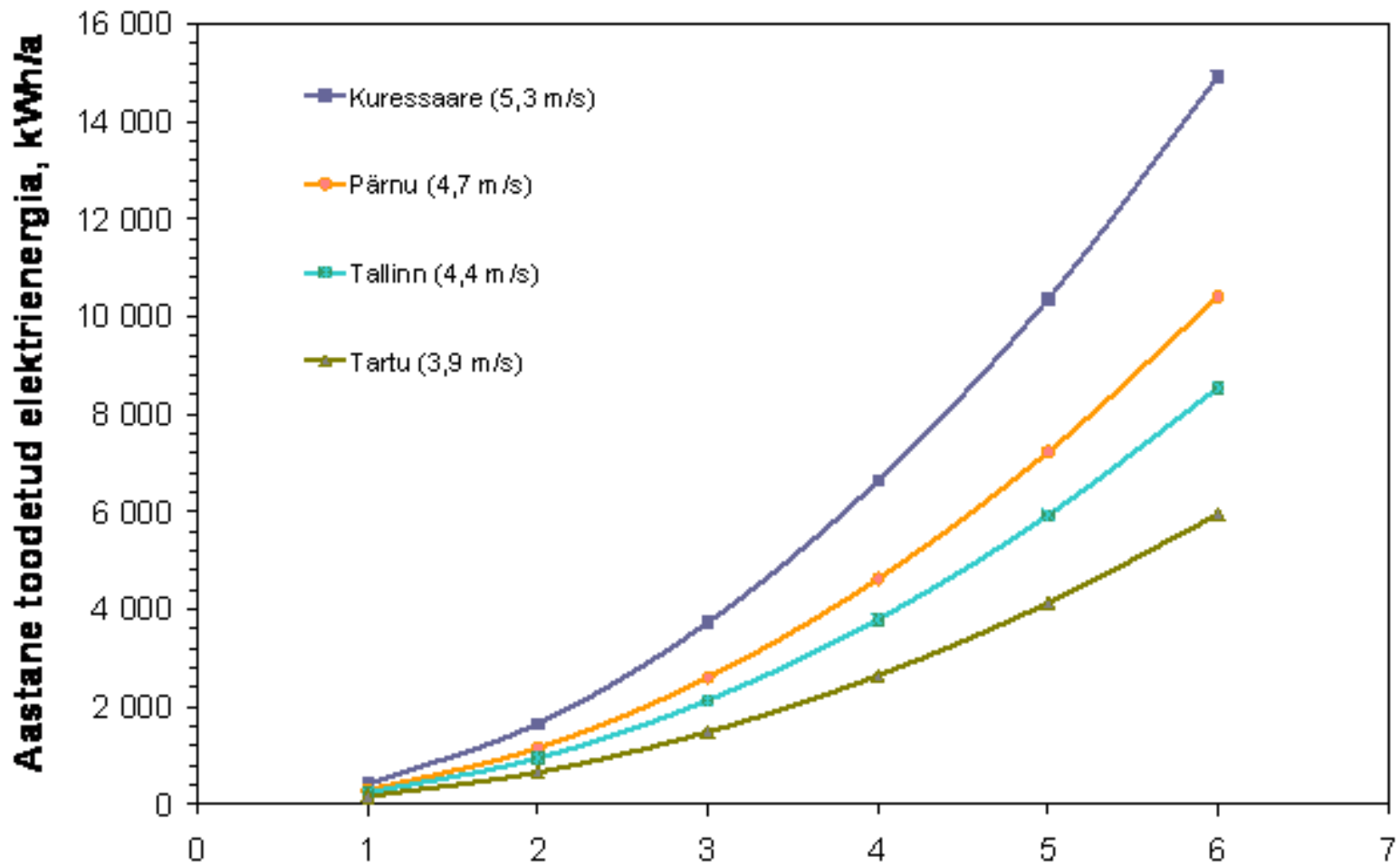
EESTI-SVEITSI KOOSTOOPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME



ARENGUFOND
ESTONIAN DEVELOPMENT FUND

Tuulegeneraator





EESTI-SVEITSI KOOSTÖÖPROGRAMM
ESTONIAN-SWISS COOPERATION PROGRAMME

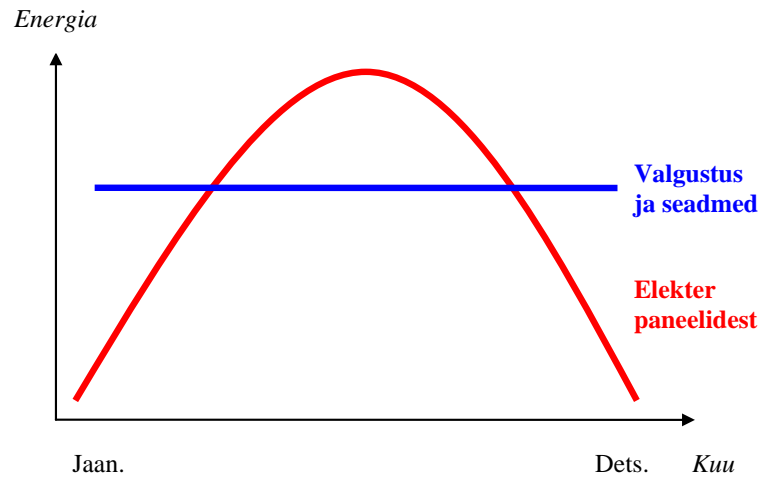
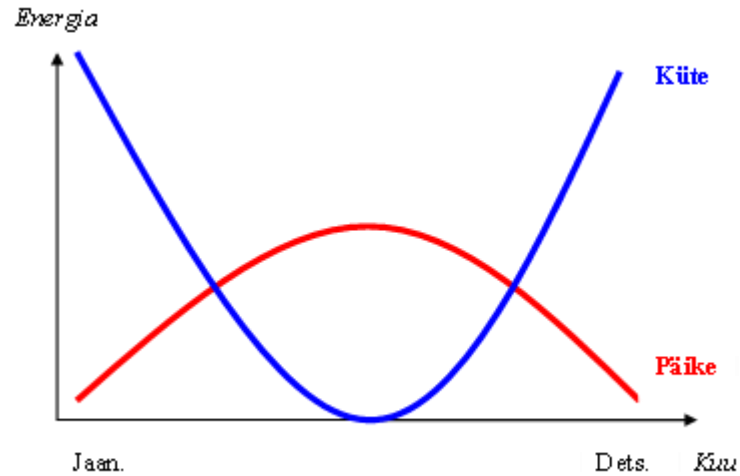


Tiiviku läbimõõt, m

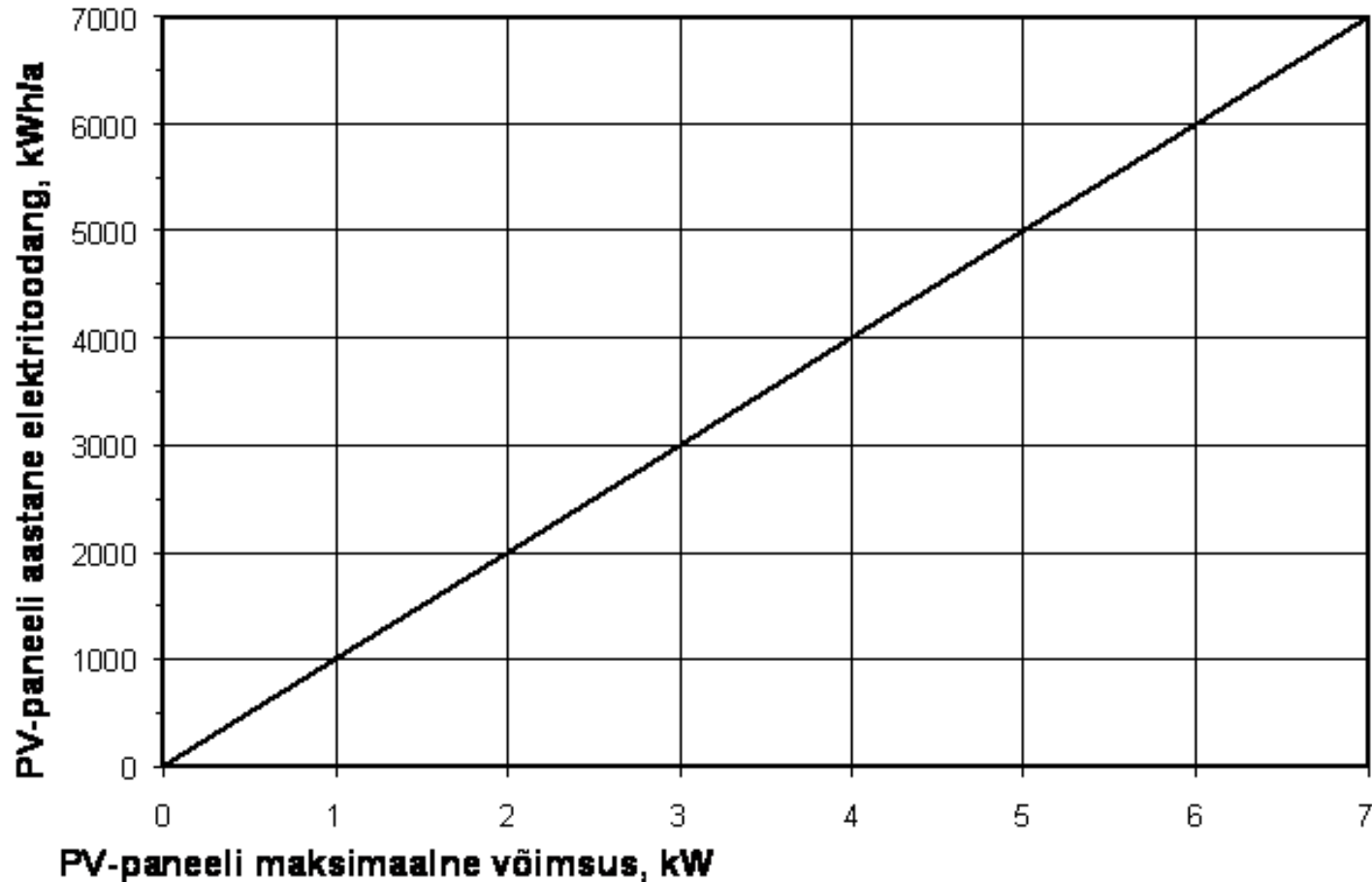


ARENGUFOND
ESTONIAN DEVELOPMENT FUND

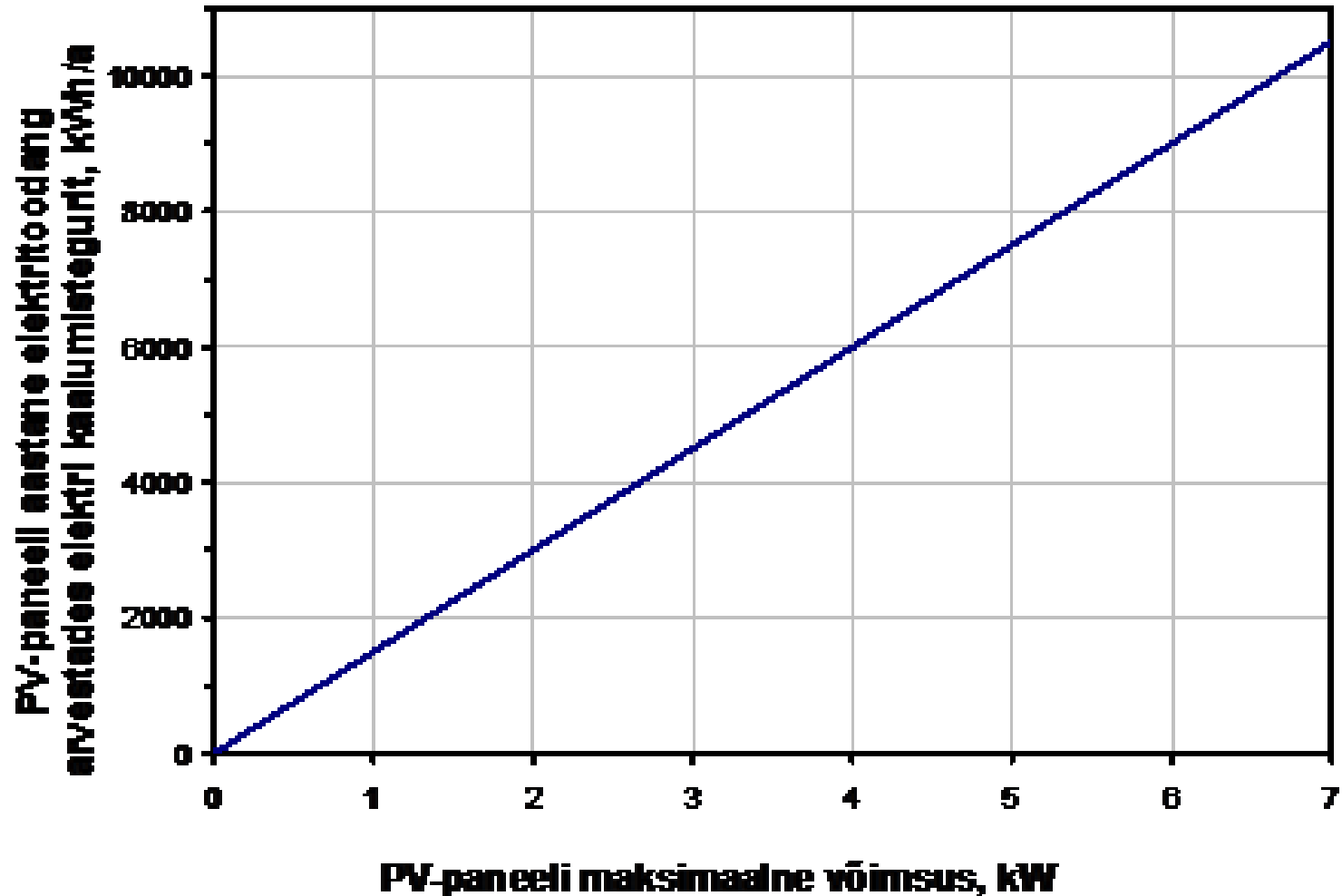
Päike



PV paneeli aasta toodang



Mõju ETA'le



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Valgustus ja seadmed

Tsirk pumbad

Tehnosüsteemid

Küte **20**

Soe tarbevesi **14**

Ventil. soojus 2,9

Ventil. elekter 18

Valg.+sead. 37,5

Tsirk. Pump 1

Kokku 93



Primaarenergia ehk ETA (tarnitud energia arvestades kaalumistegureid)

Tarnitud energia

Krundi piir

PV paneel

$$43/1,5=27$$

Hoone

NETO ENERGIA

Küte

Soe tarbevesi

Ventil. soojus

Ventil. elekter

Valgustus ja seadmed

Tsirk pumbad

Tehnosüsteemid

$$93-50=43$$

Küte 20

Soe tarbevesi 14

Ventil. soojus 2,9

Ventil. elekter 18

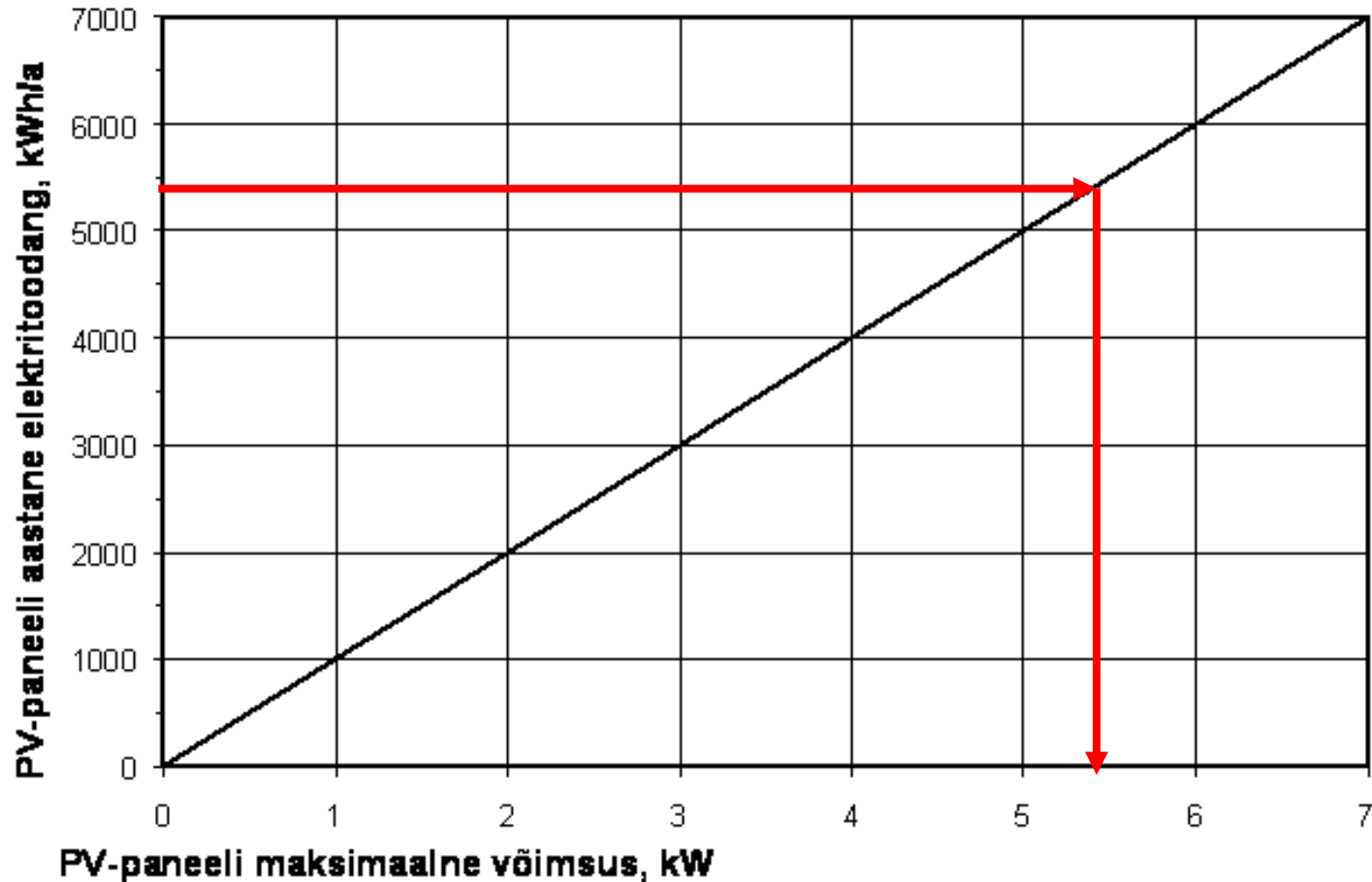
Valg.+sead. 37,5

Tsirk. Pump 1

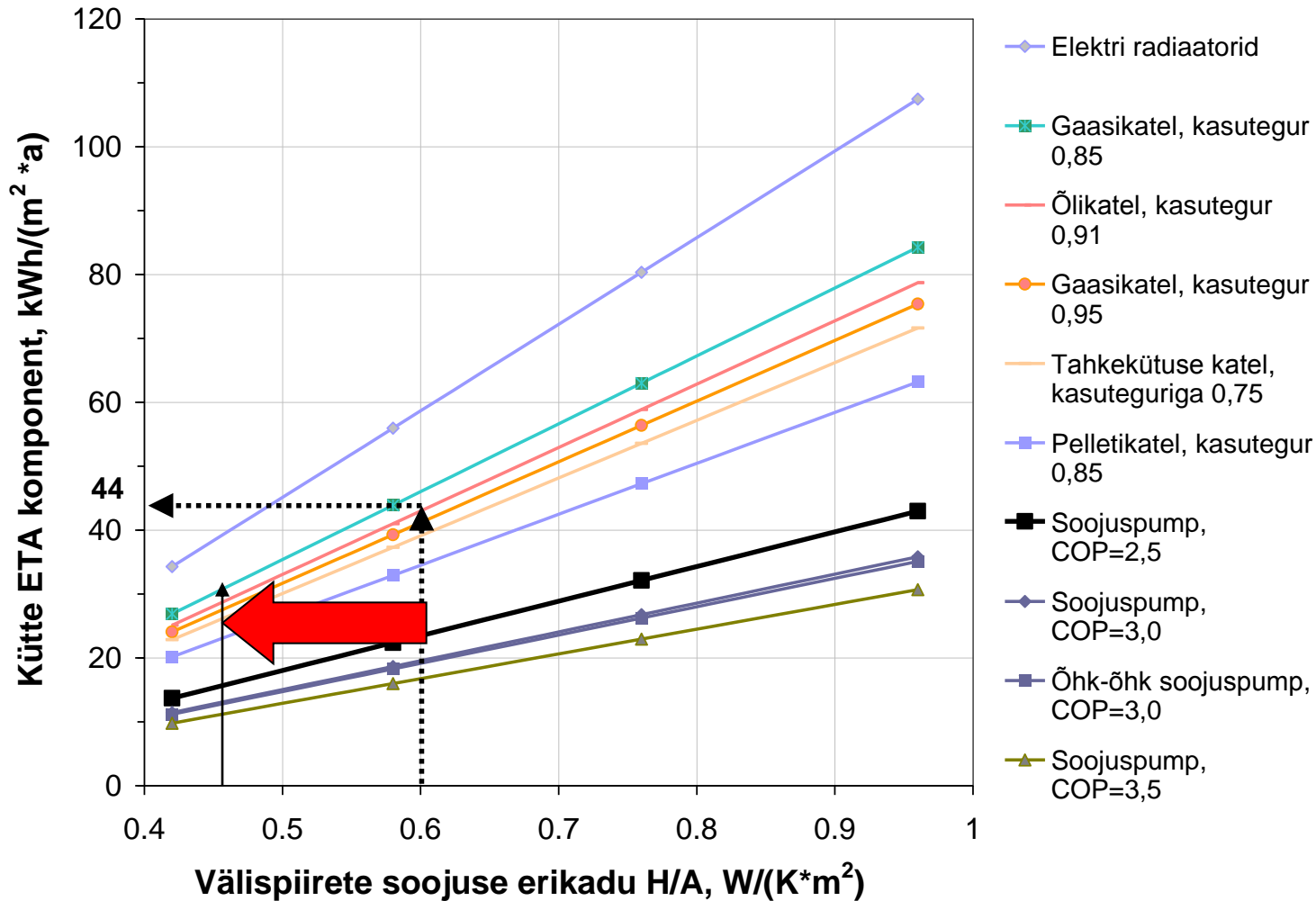
Kokku 93



PV paneeli aasta toodang



Soojapidavam hoone



Täna tähelepanu eest!

Teet Tark

Hevac OÜ

Teet.Tark@hevac.ee

