



## Madalaenergia- ja liginullenergiaeramu juhendist

Teet Tark  
Hevac OÜ



### Segadus terminitega

- madalenergiahoone - low energy building;
- passiivmaja - passive house (kaubamärk).
- liginullenergiahoone - nearly (neto)zero energy building;
- nullenergiamaaja - zero (neto) energy house;
- plussenergiamaaja – (neto) energy plus house;
- skaalad A...H
- LEED
- jne



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

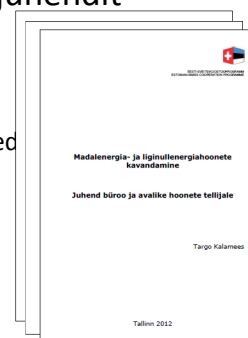


Mõeldud arhitektile, insenerile, arendajale,  
tellijale varases projekteerimisetapis hoone  
energiatõhususe hindamiseks



### 3 juhendit

- Eramu
- Korteralamu
- Nn avalikud hooned



<http://www.kredex.ee/eskuuringud/>

## Elamud

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

## Sisukord

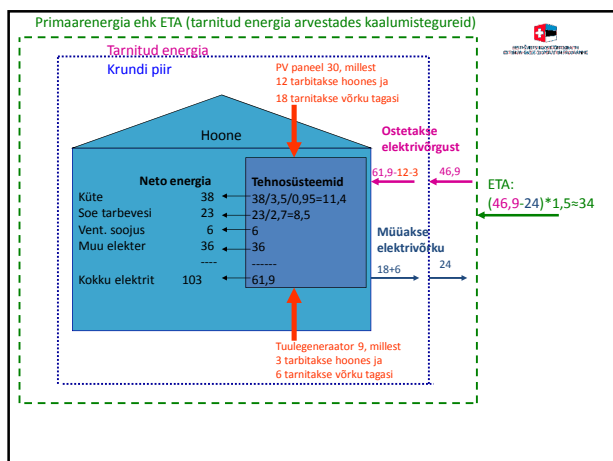
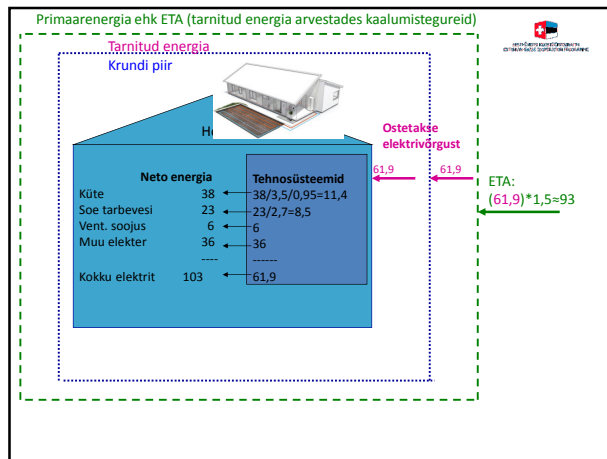
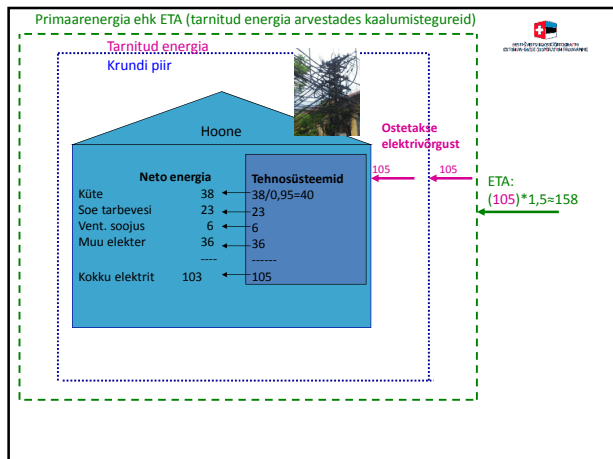
1	Eessõna	3
2	Sissejuhatus	4
2.1	Madalaenergia- ja liginullenergiaväljendamine	4
2.2	Võrdushoone	7
2.3	Sisekliima ja energiatõhususe eesmärgid	8
2.4	Energiatõhususe saavutamise tõendamispõhimõte	9
2.5	Energiatõhususarvu leidmise näited	11
3	Piirdetarindite arvutus ja nende mõju hoone energiakulule	14
3.1	Soojusjuhtivuskadod piirdetarindite kaudu	14
3.2	Külmakadud	17
3.3	Hoonepiirete õhupidavus	21
3.4	Välispiirete summaarne soojusrikad	28
3.5	Piirdetarindite põhimõttelisi tüüplahendusi	29
4	Tehnosüsteemid ja nende mõju hoone energiakasutusele ning energiatõhususele	37
4.1	Energaalilid	37
4.2	Ventilatsioon	46
4.3	Küttesüsteem	52
4.4	Jahutus	55
4.5	Valgustuse ja elektriseadmete elektritarve	56
4.6	Soe tarbevesi	58
4.7	Küttesüsteemi ringluspumba elektritarve	57
5	Vabasoojused, päikesekaitse ja ülekütmise kontroll	58
5.1	Valgustuse, elektriseadmete ja inimeste vabasoojus	58
5.2	Klaasi omadused ja vabasoojus paiksest	58
5.3	Tarindite soojuslik massiivsus	60
6	Näited	61
6.1	Näide 1: leida hoone ligikaudne energiatõhususarv	61
6.2	Näide 2: mida teha, et näite 1 väikesel energiatarvusel saavutataks	64
6.3	Näide 3: näites 2 toodud väikesel PV-paneelide min. võimsusel, et täita energiatõhususarvu kriteeriumi	65
6.4	Näide 4: ETA ≤ 50 kWh/(m <sup>2</sup> ·a) kriteeriumi täitmine elektritarvusega väikesel päikesepaneelide arvul	66
7	Mõisted	69

## Bürood ja avalikud hooned

### Sisukord

1	Sissejuhatus	3
2	Energiatõhusus ja sisekliima	4
2.1	Energiatõhusus	4
2.2	Sisekliima	6
3	Hoonete energiatõhususe tõendamispõhimõte	8
4	Energiatõhusa hoone projekteerimise, ehitamise ja järelevalve võtmeküsimused	9
4.1	Lähteülesanne ja projekteerija valik	9
4.2	Projekteerimisprotsess	10
4.3	Ehitamine, järelevalve ja kvaliteedikontroll	14
5	Energiatõhususe saavutamise meetmed	16
6	Mõisted	17

## Energiatarve ja energiatõhususe arv



- ### Energiatõhussarv
- 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 kõetava pinnaga



## Neto

### Tarnitud energia

50 kWh/m<sup>2</sup>

100 % elekter 1\*50= 50



50% päike 0  
50% elekter 0,5\*50= 25  
Kokku 25



100 % soojuspump COP=3  
elekter: 50/3= 17



Katel kasutegur 0,85  
Kütus: 50/0,85= 59



Kaugküte: 1\*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

### Tarnitud energia

50 kWh/m<sup>2</sup>

100 % elekter 1\*50= 50

### ETA

50\*1,5= 75



50% päike 0  
50% elekter 0,5\*50= 25  
Kokku 25

25\*1,5= 38



100 % soojuspump  
elekter: 50/3= 17

17\*1,5= 26



Katel kasutegur 0,85  
Kütus: 50/0,85= 59

gaas 59\*1= 59  
pellet 59\*0,75= 44



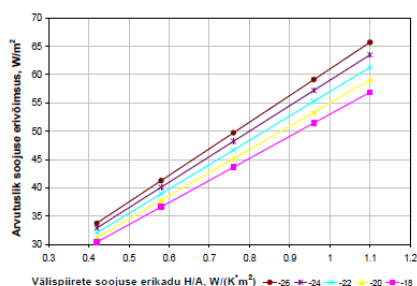
Kaugküte 1\*50= 50

50\*0,9= 45



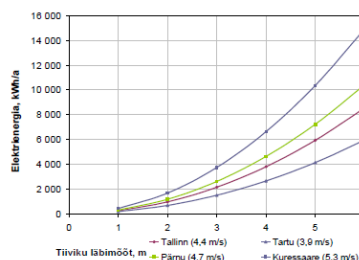


## Eramu soojusvõimsus

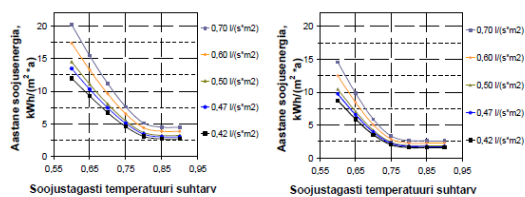


Joonis 4.2 Soojusvõimsuse sõltuvus välispiirete soojuserikaost ja kütte arvutuslikust temperatuurist.

## Taastuv energia

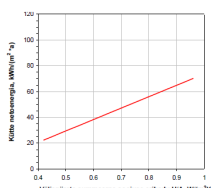


Joonis 4.9 Tuulegeneraatori genereeritav aastane elektri olenevalt piirkonnast (sulgudes aasta keskmine tuulekiirus mõõdetuna EDMI vaatluspunkti) ja tiiviku läbimõõdust eeldusel, et kasutegur on 33%.

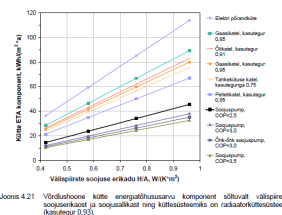


Joonis 4.13 Ventilatsioonisüsteemi aastane soojuse netokasutus olenevalt soojusagasti temperatuuri suhtarvust ja õhuvooluhulgast ning väljatõmbeõhu temperatuurist, kui jäätumisvastane heitõhutemperatuur on 0 °C. Sissepuhkeõhu temperatuur on +17 °C, väljatõmbeõhu temperatuur on vasakpoolsel graafikul +21 °C ja parempoolsel +23 °C.

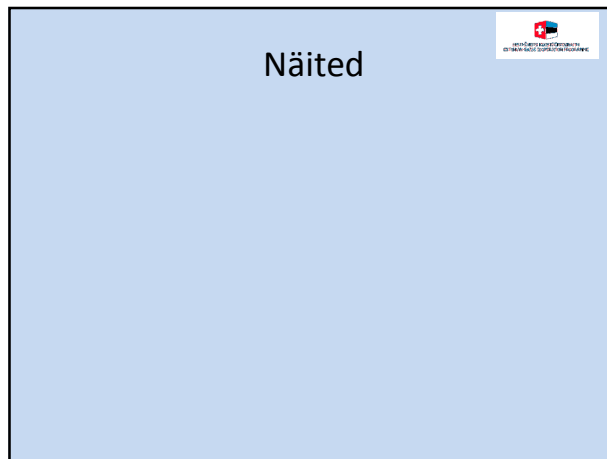
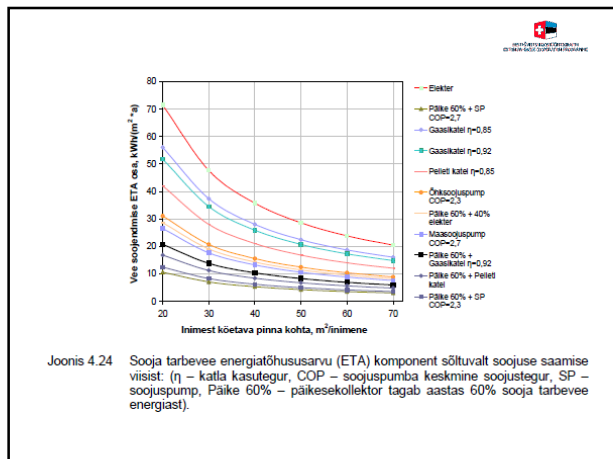
## Netoenergia ja ETA



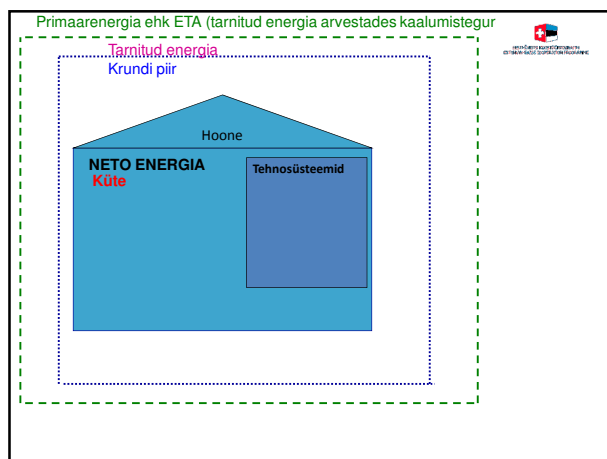
Joonis 4.20 Välispiirete kütte netoenergia sõltuvus välispiirete soojuserikaost (suhtelisest ja absoluutset) (Kunaseel)



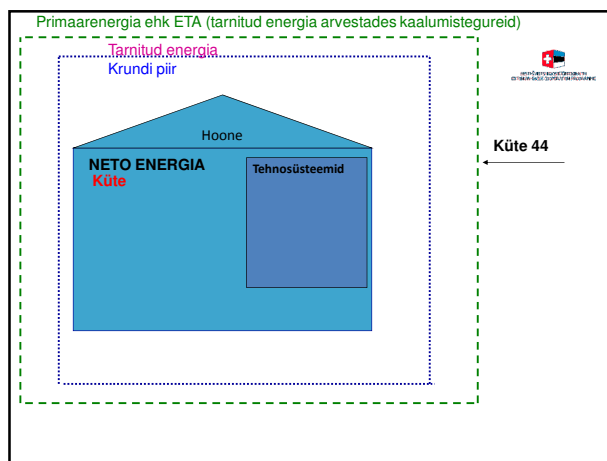
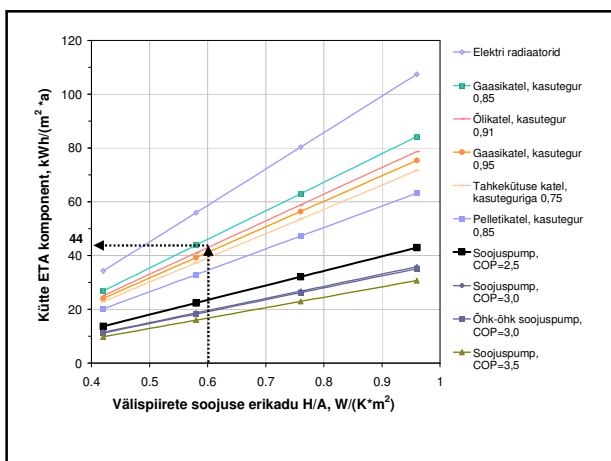
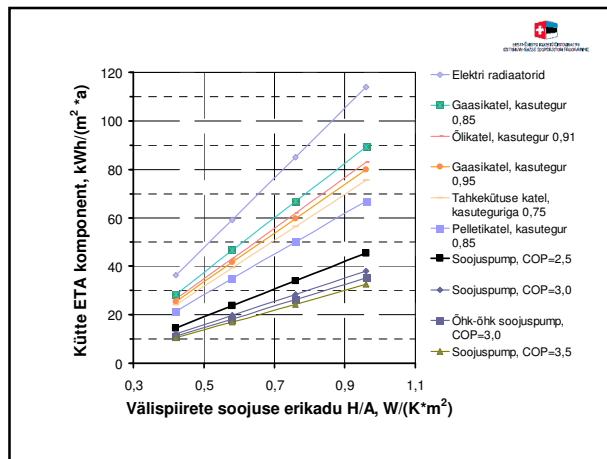
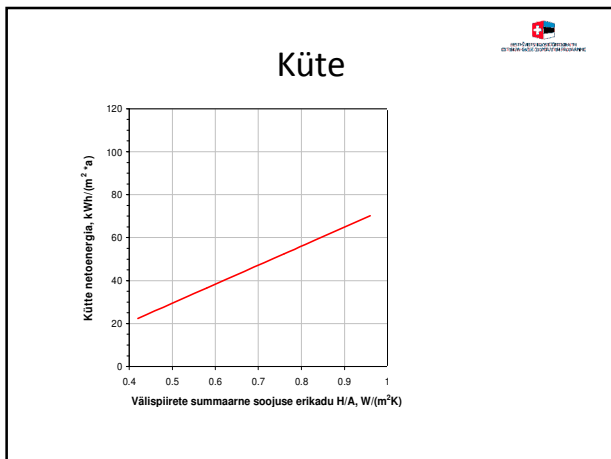
Joonis 4.21 Võrdluseks kütte energiatihedusarvu komponent sõltuvat välispiirete soojuserikaost ja soojusküst ning küttesüsteemiks on radiaatorküttesüsteem (kütetemperatuur 17°C).

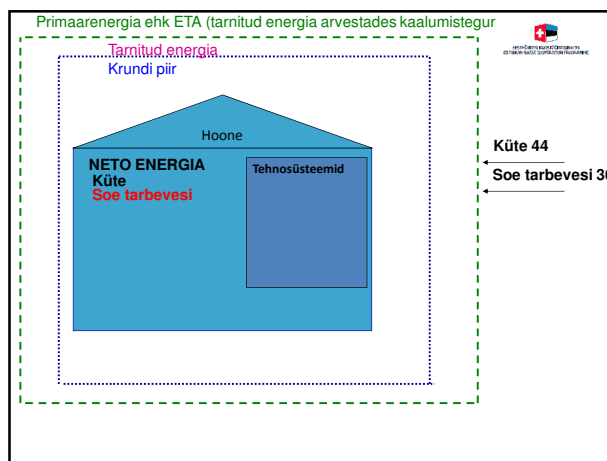
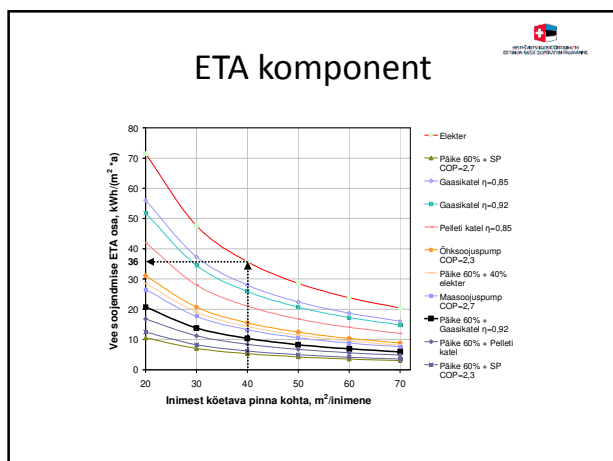
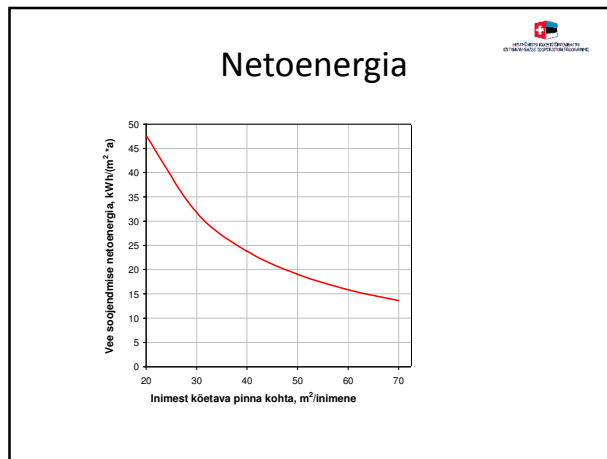
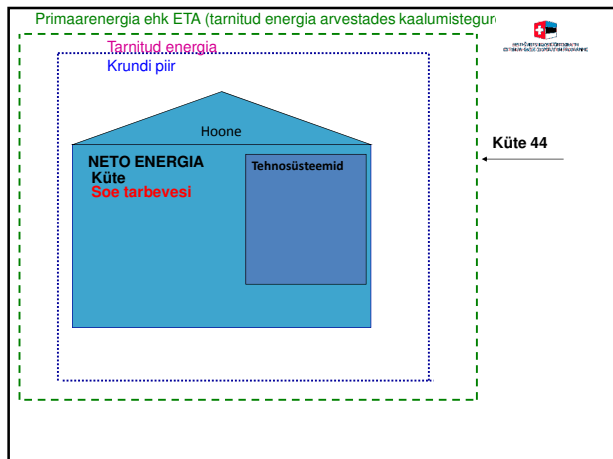


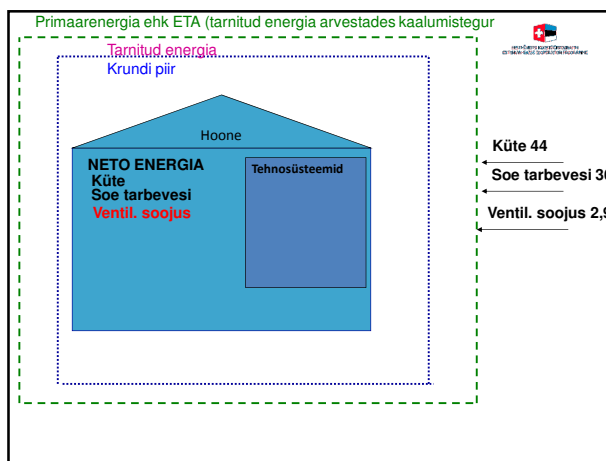
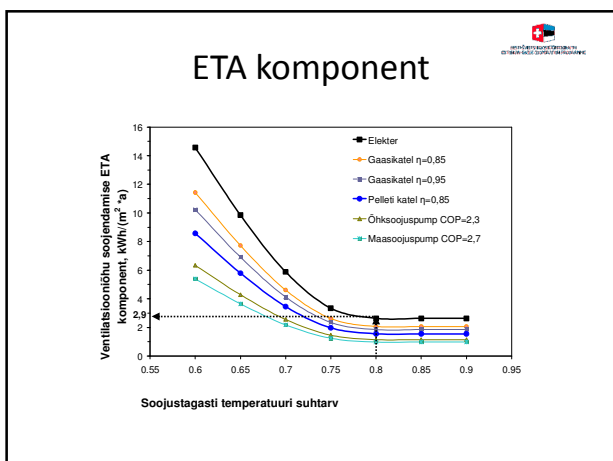
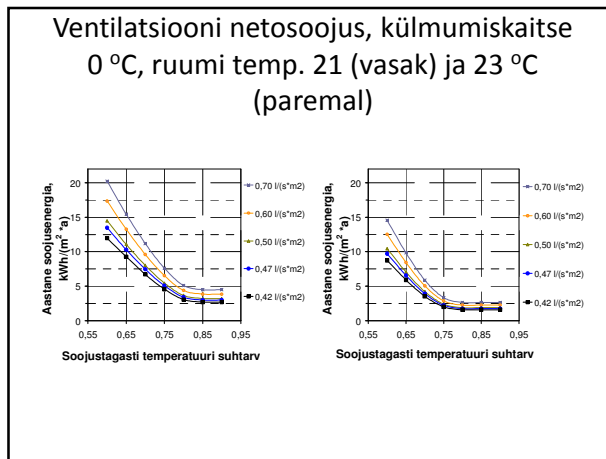
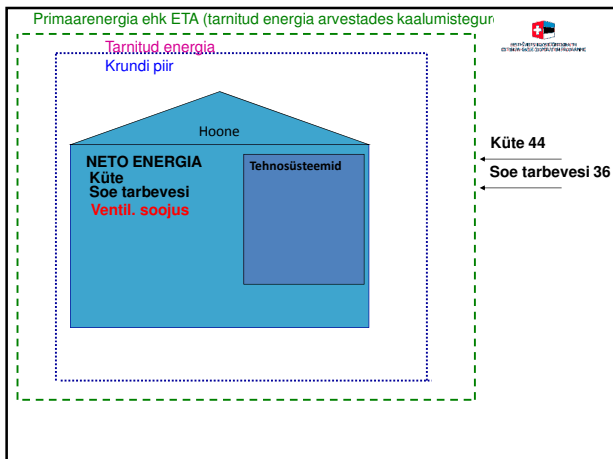
- ### Eramu
- Kõetav pind 200 m<sup>2</sup>
  - Vesipõrandküte
  - H/A 0,6 W/(K·m<sup>2</sup>)
  - Küttesüsteemi kasutegur 0,93
  - 40 m<sup>2</sup>/inimene

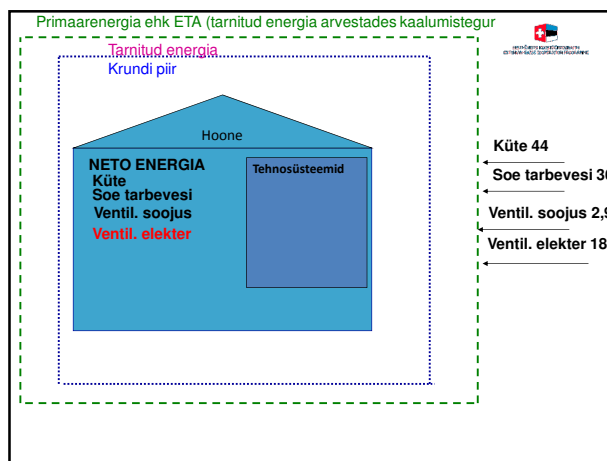
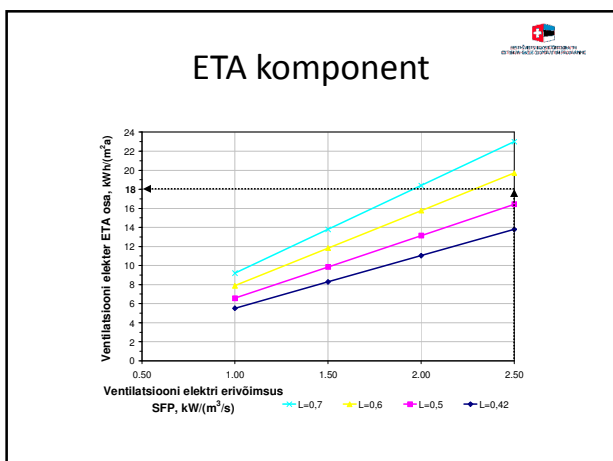
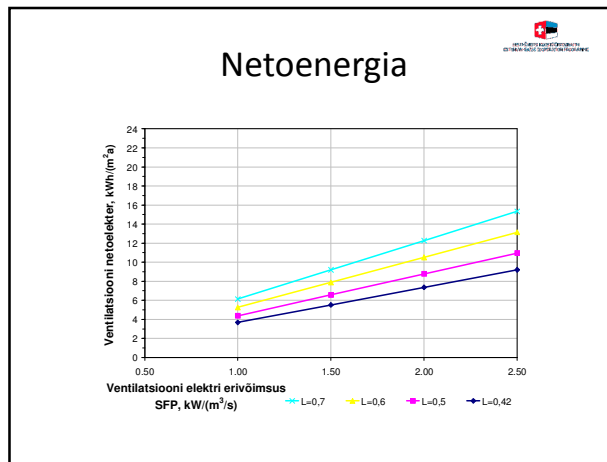
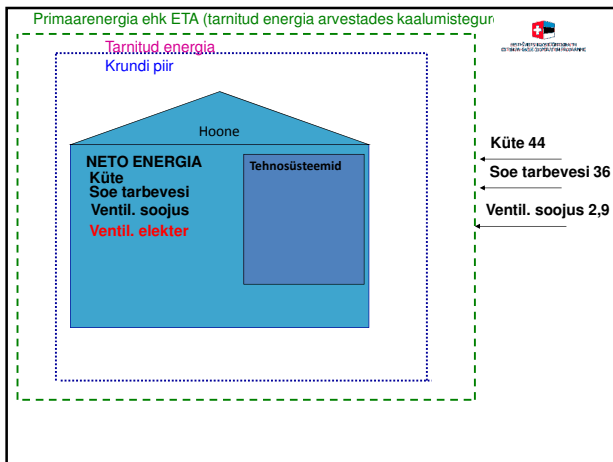


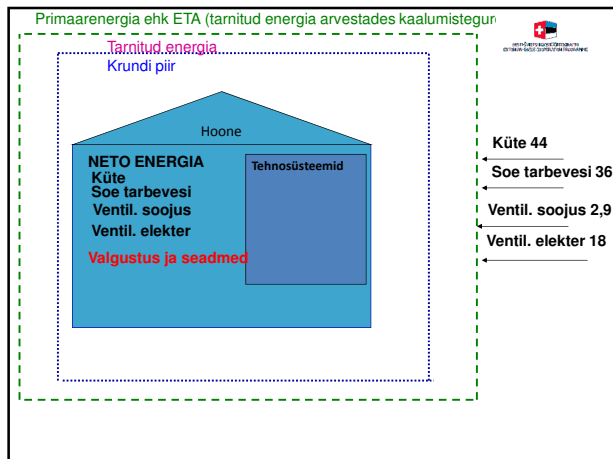




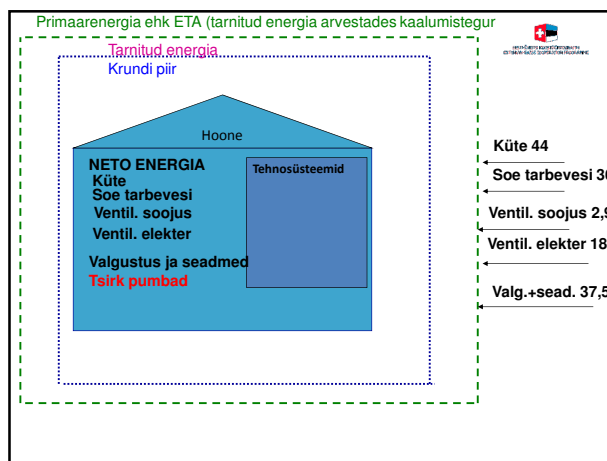
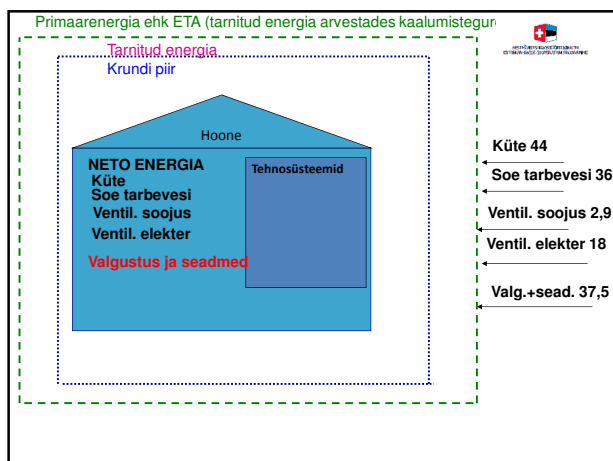




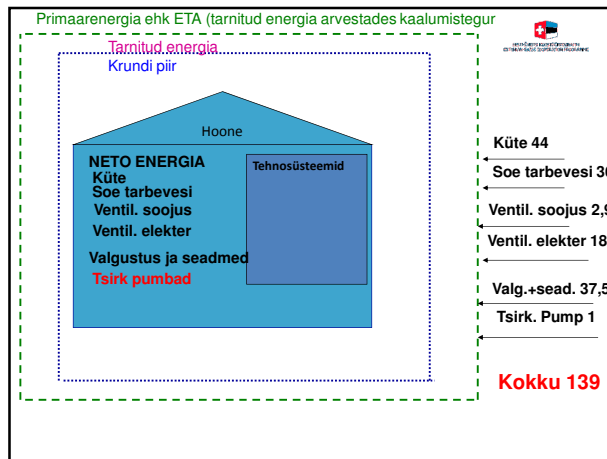




- Standardkasutus neto:
  - valgustuseks 7 kWh/(m<sup>2</sup>·a),
  - elektriseadmetele 18 kWh/(m<sup>2</sup>·a)
- ETA:
  - valgustuseks 10,5 kWh/(m<sup>2</sup>·a),
  - elektriseadmetele 27 kWh/(m<sup>2</sup>·a)
  - Kokku 37,5



• Ca 1 kWh/(m<sup>2</sup>·a)



Madalaenergiaeramu

