

„Lasteaiahoonetes energiatõhususe ja taastuenergia kasutuse edendamise toetuse kasutamise tingimused ja kord“

Esitatud energiaauditite puudustest

Teet Tark
Hevac OÜ

Auditi tegemisel tuleb lähtuda Tellija nõuetest

- Energiaauditile olid esitatud spetsiifilised nõuded
- Nõutesse tuleb suhtuda tähelepanelikult ja neid tuleb täita
- Nt
 - Energiaauditi koostamisel juhendatakse **vormi ja sisu osas** majandus- ja taristuministri 8. aprilli 2015. a määruses nr 28 „Elamu energiaauditile esitatavad nõuded“...
 - Olemasolev ETA
 - Meetmepaketi ETA
 - Hindamiskriteeriumid
 - **Hoone ülalpidamiskulude ja hoonesse tarnitud energia energiakasutuse muutumise kalkulatsioonid soovituslike energiatõhususe tööde täiemahulisel tegemisel** (NB! puudutab vaid käimasoleva meetme hindamiskriteeriumite sisendiks olevaid arvutusi. Kõigi teiste auditi koosseisu kuuluvate arvutuste tegemisel tuleb lähtuda heast auditi tegemise tavast ja kokkulepetest auditi Tellijaga.)

KEK, ETA ja prognoos tegelikel

- **KEK: mõõdetud tarbimise alusel**

kaalutud energiaerikasutus

- **ETA: arvutuslik prognoos tüüpsetel tingimustel**

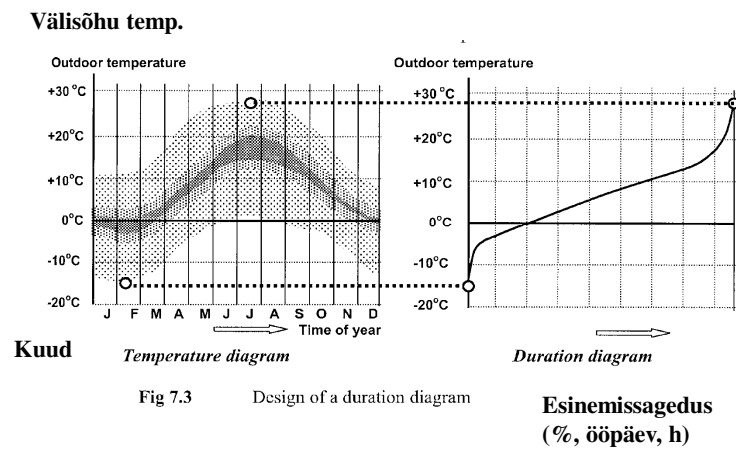
enegiatõhususarv

- **Arvutuslik prognoos tegelikel tingimustel**



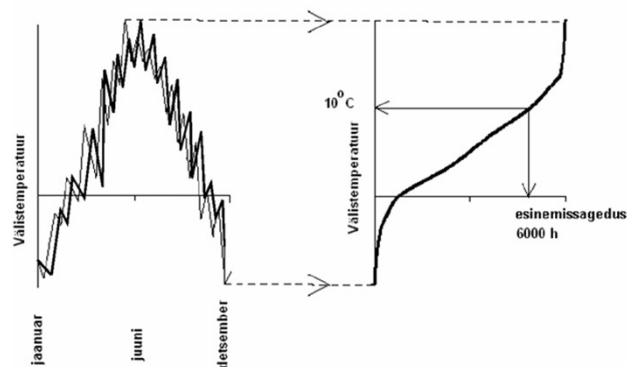
- Ühiskondlik hoone erineb elamust!
- Ei tohiks lähtuda sama moodi nagu elamusse

Kestvuskõver



5

Kestvuskõver



6

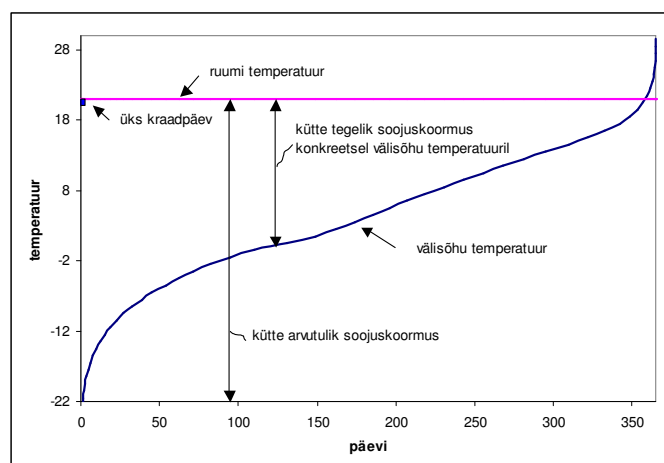
Soojuskoormus

$$\begin{aligned}
 \Phi &= \Phi_{pk} + \Phi_{inf} = \\
 &= \Sigma A \times U \times (t_s - t_{v.a.}) + \Sigma L_{inf} \times \rho_o \times c_o \times (t_s - t_{v.a.}) = \\
 &= (\Sigma A \times U + \Sigma L_{inf} \times \rho_o \times c_o) \times (t_s - t_{v.a.}) \approx \\
 &\approx \text{const} \times (t_s - t_{v.a.}) = \text{const} \cdot \Delta t = H \cdot \Delta t
 \end{aligned}$$

A - piirde komponendi pindala [m²],
U - piirde komponendi soojuslähivus [W/(m²·K)]
L_{inf} - infiltreeruv õhuvool [m³/s]
ρ_o - õhu tihedus 1,2 [kg/m³]
c_o - õhu erisoojus 1005 [J/kg·K]
t_s - arvutuslik siseõhu temperatuur [°C]
t_{v.a.} - välisõhu temperatuur [°C]

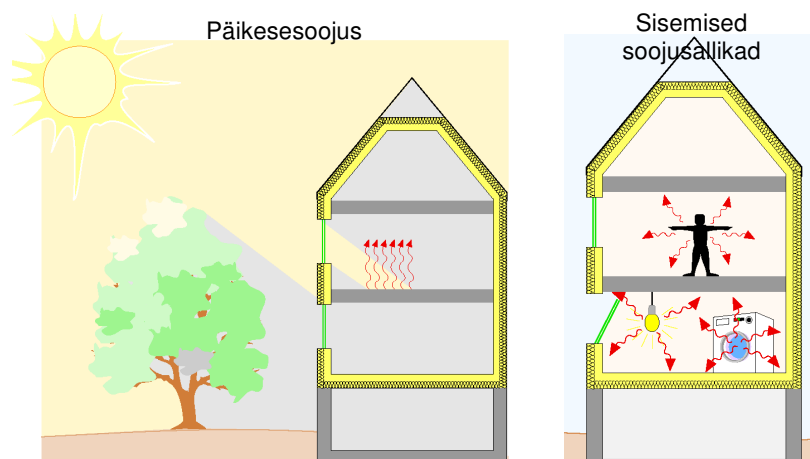
7

Ilma vabasoojuseta



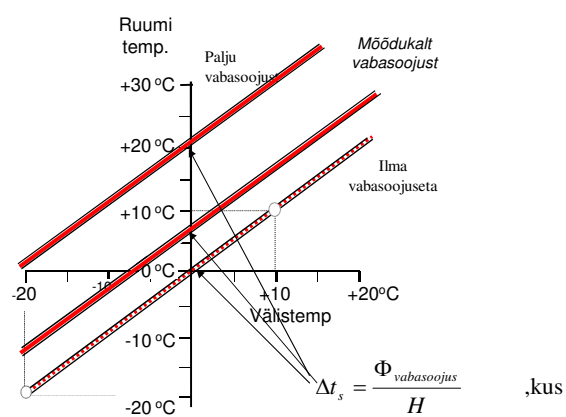
8

Vabasoojus



9

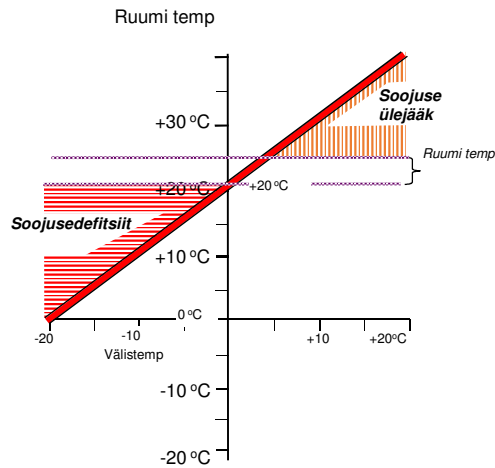
Vabasoojus ja ruumi temperatuur



$\Phi_{\text{vabasoojus}}$
H

hoones energiabilansis osalev vabasoojus [W]
hoone kütte erisoojuskooormus [W/°C]
soojuserikadu

10



11

Tasakaalu temperatuuri leidmine

Vabasoojusega kaasnev temperatuuri muut:

$$\Delta t_s = \frac{\Phi_{\text{vabasoojus}}}{H}, \text{ kus}$$

$\Phi_{\text{vabasoojus}}$ hoones energiabilansis osalev vabasoojus [W]
 H hoone kütte erisoojuskooormus [W/°C]

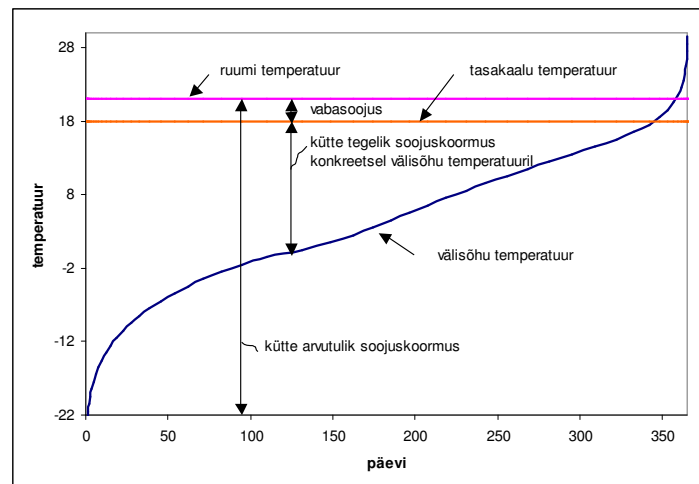
Tasakaalu temperatuur, t_o :

$$t_o = t_s - \Delta t_s, \text{ kus}$$

t_s arvutuslik siseõhu temperatuur [°C]
 Δt_s vabasoojusega kaasnev siseõhu temperatuuri muut [°C]

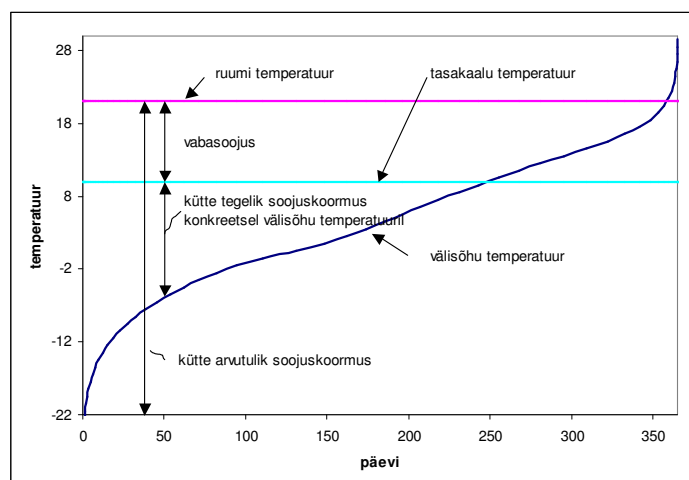
12

Vabasoojuse osakaal on väike ja konstantne



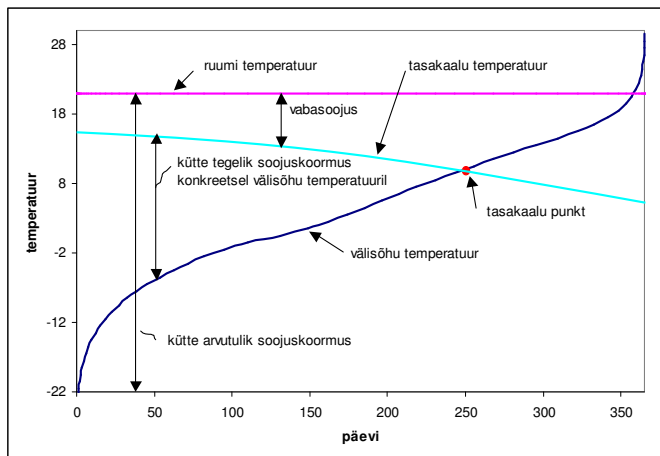
13

Vabasoojuse osakaal on suur ja konstantne



14

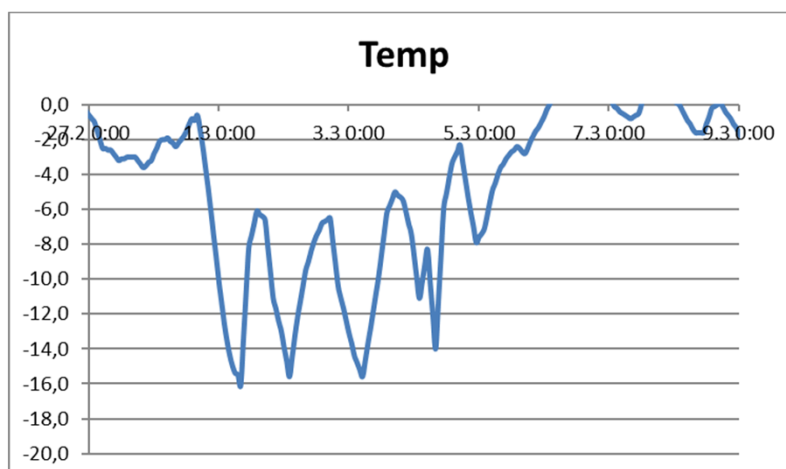
Tegelik olukord



- Vabasoojus pole konstantne suurus
- Tasakaalu temperatuur pole konstantne
- Kui on soojapidav hoone ja palju vabasoojust, siis kraadpäevade meetod ei ole sobilik

15

Päeval väljas soojem, öösel jahedam. LA on kasutuses päeval



LA meetme energiaarvutuste loogika

- Energiabilansi koostamine vastavalt tegelikele näitajatele
 - Vabasoojused
 - Nt palju elektrist läheb vabasoojuseks?
 - Soe tarbevesi
 - Ventilatsioon
 - Piirded
 - Õhuleke jms
- Mudeli kalibreerimine
- Olemasoleva ETA arvutamine tüüpilistel tingimustel
- Lähtudes kalibreeritud mudelist pakettide energiaarvutused
 - ETA arvutus tüüpilistel tingimustel (MTM 55 ja 58)
 - Arvutuslik prognoos tegelikel tingimustel

Majandus(tasuvus)arvutused

- Paketi tasuvus
 - Lähtuda parimast teada olevast infost, heast tavast, kliendiga kokkulepetest
- Hindamiskriteeriumid
 - Tuleb lähtuda toetusmeetme nõutest

Olulisemad vajakajäämised

- Ei saadud aru määruse juhendist
 - Dünaamilise simulatsiooni vajadus, dubleerimine nn kraadpäevade meetoditega
 - ETA-d
 - Prognoosid
 - Hindamiskriteeriumid
 - Nt pole arvestatud ülalpidamiskulude kasvuga
 - Pakettide kirjeldused
 - *hoone energiatõhususe parendamise pakett ehk soovituslik energiatõhususe tööde loetelu peab olema projekteerimishanke ja ehitushanke lähteülesandeks*

8.2.1. Hoone piirdetarindid

Lasteaia hoone juures on soovitada teostada järgmised tööd, et parandada hoone seisukorda:

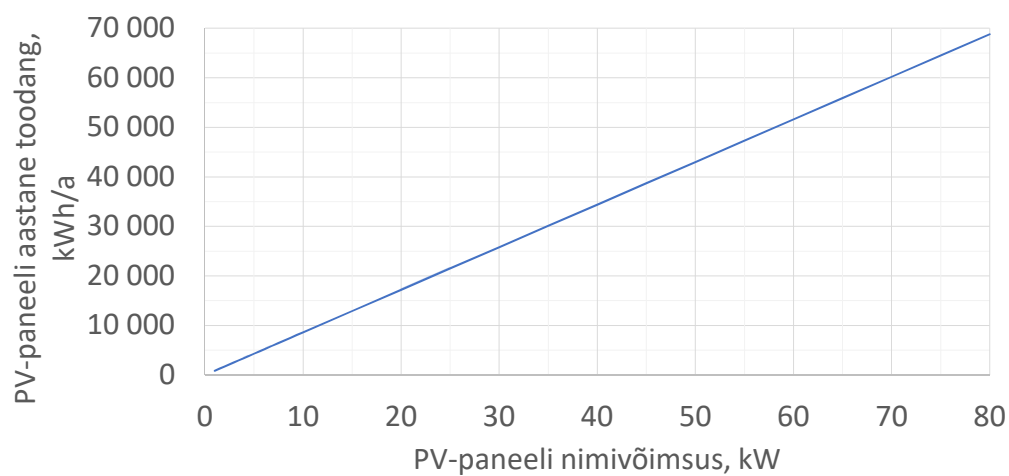
1. Renoveerida soojussõlm ja sooja vee torustik;
2. Paigaldada PV paneelid;
3. Paigaldada soojustagastusega ventilatsioonisüsteem;
4. Katuslagi soojustada;
5. Välisseinad soojustada;
6. Aknad vahetada.

8.2.2. Küte- ja ventilatsioon

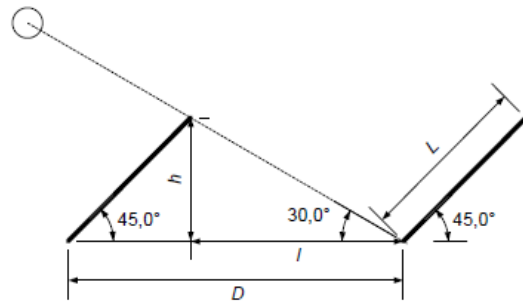
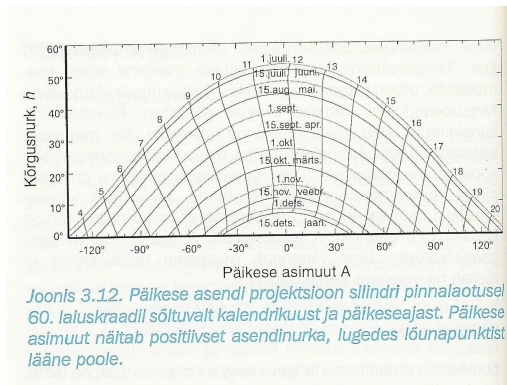
Lasteaia ruumide keskmine õhutemperatuur oli 23,09 °C. Ruumide õhu kvaliteet ja sisekliima peab vastama tervise- ja heaolunõuetele.

SÄÄSTUMEETME PAKETT 3						
Piire või selle osa	Parendusmeede	Meetme maksumus kokku	Energia-sääst MWh/a	Energia-sääst esimesel aastal, eurof	Lihtharuusaeg, aasta	Meetme eluiga, aasta
Ventilatsioon	Hoone põhine soojustagastusega ($\eta \geq 80\%$) ventilatsioonisüsteem	59443				25-30
Küttesüsteem	Soojussõlme, torustiku ja küttesüsteemi uuendamine	31137				
Vanemad välisruksed	Uuemad energiasäästlikumad	4400				
Katuslagi	Soojustamine 400 mm puistevillaga (max $\lambda=0,041$ W/mK)	44183				
Välisseinad ja sokkel	Välisseinte soojustamine 150 mm ja sokli soojustamine 100 mm (max $\lambda=0,04$ W/mK)	71916				
Põrandad	Soojustamine 200 mm (max $\lambda=0,04$ W/mK)	63234				
Päikeseelektrisüsteem	PV-paneelid kogu võimsusega 39,6 kW	40000				
KOKKU		314000	118,0	11041	28	

PV võimsus ja aastane toodang headel tingimustel



Eelised paneelid tekitavad järgnevatele ridadele varju



$t_n = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$	Säästumeetmete pakett III	Meetme maksumus	Energia sääst	Säästu väärtus	Liht- tasuvusaeg	Meetme eluiga
Hoone osa	Parendusmeetmed	€	MWh/a	€/a	aasta	aasta
Põrandad	Sokli lisasoojustus 150mm	35 000 €				30
Välisseinad	Lisasoojustus 150 mm	190 000 €				30
Välisüksed	Asendamine uute soojapidavamate ustega	10 000 €				30
Küttesüsteem	Radiaatoritele termostaatventiilide paigaldamine	25 000 €				30
Sisendenergia	Päikesepaneelide paigaldus	20 000 €				30
Küttesüsteem	Uue soojussõlme paigaldus	8 000 €				30
Küttesüsteem	Uue kahetoruküttesüsteemi väljaehitamine	180 000 €				50
Soe tarbevesi	Tsentraalne soojaveesüsteem	10 000 €				
Ventilatsiooni- süsteem	Soojustagastusega tsentraalse ventilatsioonisüsteemi paigaldamine	150 000 €				40
	Kokku	628 000 €	179	14 366	44	

Olulisemad vajakajäämised

- Vastuolud auditis
 - Nt piirete näitajad kraadpäevade (nn TTÜ elamute tabel) ja MTM 58 lähteandmete tabel
 - Esines võltsimist.
- Ebarealistlikud näitajad
 - Nt 5 korda keskmisest suurem soojavee energia erikulu
- Loogika vead
- Ebapädevas
 - Nt suviste temperatuuride kontroll ja jahutus
 - Kui on jahutus, siis on vaja millegagi külma toota
 - Energiaarvutustes oli jahutusenergia sees, kuid puudus jahutuse meede
- Ülevaatuse puudulik kajastus auditis,
 - Nt kas hoones on ühe- või kahetoru küttesüsteem

Olulisemad vajakajäämised

- Polnud arvestatud ülalpidamiskulude suurenemisega
- Esines eksitavat teksti

Ventilatsioonisüsteem peab tagama hoones viibivatele inimestele kvaliteetse sisekliima. Värske õhu juurdevool peab olema sellisel tasemel, et ei ületataks vastava mugavusklassi ruumide CO₂ maksimaalset mahukonsentratsiooni. Välisõhu CO₂ kontsentratsioon on üldjuhul suurusjärgus 400...450 ppm. Vastavalt EL standarditele võiks ruumiõhus lugeda aktsepteeritavaks CO₂ sisalduseks siis mitte üle 400ppm+800ppm=1200 ppm.

Soojustagastusega sissepuhke ja väljatõmbe ventilatsioonisüsteem on soovitatav paigaldada tsentraalse ventilatsiooniseadmena hoones või soojuspumbaga soojustagastusega väljatõmbe ventilatsioonisüsteem, mis tagab võrdväärse sisekliima ja on varustatud välisõhu eelsoojendamise ja filtreerimise seadmetega nagu värske õhu radiaatorid.

Olulisemad vajakajäämised

Tarbimised	2013	2014	2015	Ühik
Kaugküte kokku	553	510	533	MWh/a
Soojus soojale tarbeveele	247	228	211	MWh/a
Soojus kütteks	307	281	322	MWh/a
Tegelik aasta kraadpäevade arv	3526	3574	3133	°Cd
Normaalaasta kraadpäevade arv tasakaalutemperatuuril	3877			°Cd
Kraadpäevadega korrigeeritud soojatarve	337	305	398	MWh/a
Kütteenergia eritarbimine köetava pinna kohta	140	127	165	kWh/(m ² a)
Elektrienergia tarbimine kokku	70,3	74,2	67,4	MWh/a
Eritarbimine köetava pinna kohta kokku	29,2	30,8	28,0	kWh/(m ² a)
Tarbevesi	3149	2918	2692	m ³ /a
Tarbevee eritarbimine eluruumide pinna kohta	1,21			m ³ /(m ² a)
Sooja tarbevee tarbimine köetava pinna kohta aastas	95,0			kWh/(m ² a)
Kaugkütte hind koos käibemaksuga auditi tegemise ajal	58,2			eur/MWh

- Bilanss vigane
 - Milline elekter läheb vabasoojuseks
 - Elektriboilerid
 - Jms

- Energiaauditisse tuleb suhtuda vastutustundlikult ja pädevalt