



Võtame energiamärgise pulkadeks ja paneme uuesti kokku

Anti Hamburg

anti@tktk.ee

Millised on ootused ja lootused koolitusele

- Millised on teie ootused?
- Millised on minu ootused?

Koolitus ei asenda põhjalikku ettevalmistust energiatõhususe spetsialisti tööks ettevalmistamisel, vaid aitab lahendada mõningaid kitsaskohti ja arusaamatusi igapäevase töö läbiviimisel.

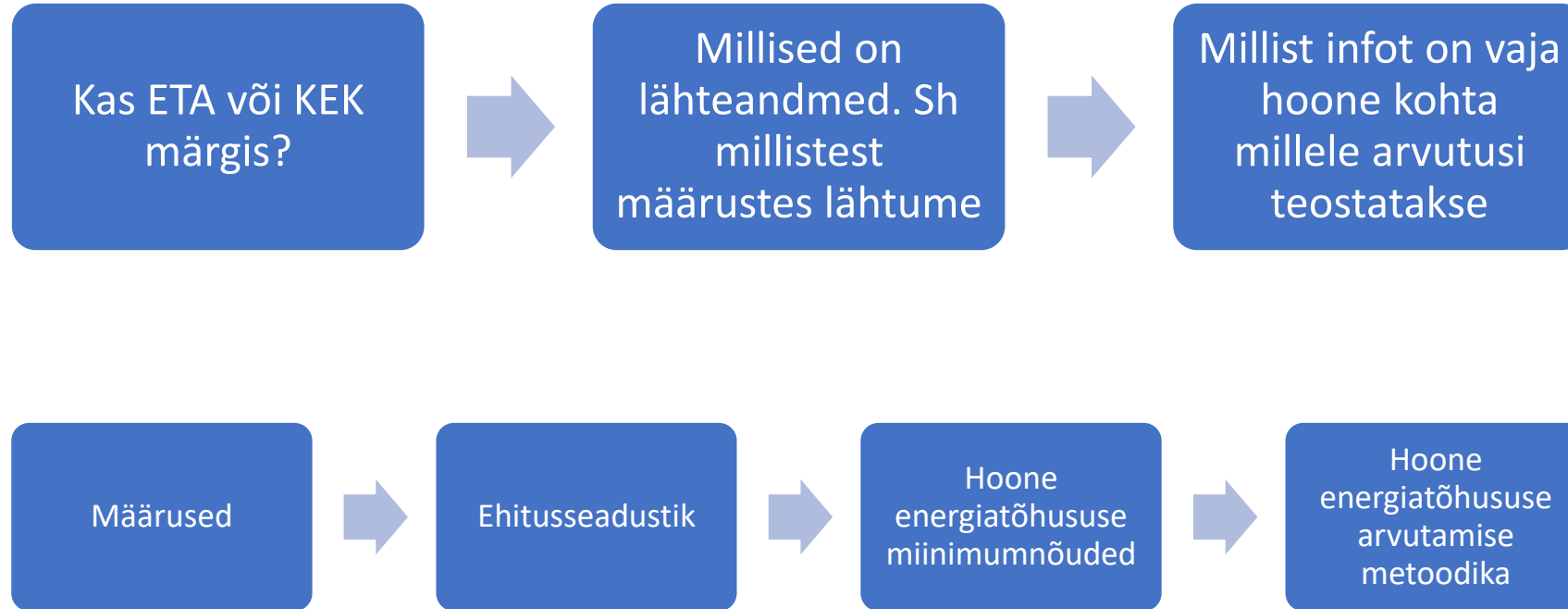
Lähtusin koolituse koostamisel oma 3 põhimõttest

1. Pole midagi praktilisemat kui head teoreetilised teadmised!
2. Näiliselt mahult väike ja lihtne ei tähenda et see on sisult lihtne.
3. Õppides lihtsatest asjadest on võimalik aru saada ka keerulisest.

Koolituse kava

1. Energiamärgise arvutamisest üldiselt
2. Lähteandmed märgisesse. Kust kohast võtta, mis on vead
3. Suvised ruumitemperatuuri nõude kontroll
4. Netoenergia vajaduse kontroll
5. Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia kulude sisestamine
6. ETA, KEK erinevused ja vajalikud selgitused

Osa 1. Alustame algusest



Terminid mida saab valesti tõlgendada

1. Köetav pind- sisekliima tagamisega ruumide netopind, millest on maha arvestatud madala temperatuuriseadega pind. **Mõiste jätab palju tõlgendamise ruumi**
2. Energiatõhususarv- arvutuslik summaarne tarnitud energiatega kaalutud erikasutus hoone tüüpilisel kasutusel. Energiatõhususarv kajastab hoone kompleksset energiakasutust nii sisekliima tagamiseks, tarbevee soojendamiseks kui ka olme- ja muude elektriseadmete kasutamiseks ning see arvutatakse hoone köetava pinna ruutmeetri kohta hoone tüüpilisel kasutamisel. **Saame aru, kuid mis on muud elektriseadmed, kas midagi tuleb juurde liita mida hoone tüüpilise kasutuse juures pole? See külvab segadust.**
3. Madala temperatuuriseadega pind- sisekliima tagamisega ruumide netopind, mille kütmise seadeväärtus on oluliselt madalam kui lisas 1 „Ventilatsiooni välisõhu vooluhulgale ja energiaarvutuses kasutatavate ruumitemperatuuride seadeväärtustele kehtivad nõuded” (edaspidi *lisa 1*) sätestatud väärtus. **Mis on temperatuur, mis on õhuvahetus, kas ja kui palju see mõjutab ülejäänud hoone energiakasutust?**
4. Hoone tüüpiline kasutus- hoone tavapärane kasutus energiatõhususe miinimumnõuetele vastavuse tõendamisel. Hoone tüüpilise kasutuse kindlaksmääramisel võetakse arvesse hoone kasutusotstarve, välis- ja sisekliima, hoone ja tehnosüsteemide kasutusaeg ning vabasoojus. **Millised erandid on lubatavad? Kas seejärel on hoone on ikka võrreldav teiste sama tüüpi hoonetega?**
5. Vabasoojus- hoonesse sisenev päikesekiirgus, valgustuse ja seadme ning tehnosüsteemi soojuskadu ning inimeselt eralduv soojus. **Tehnosüsteemide soojuskadu on sees kuid seda kuidas kadusi arvestada pole. Tekitab palju segadust? Metoodika selle koha puudub ja kui keegi arvutab on see vale!**

Eestis kehtivad hoonete energiatõhususe määrused

- MTM nr. 63 Hoone energiatõhususe miinimumnõuded (11.12.2018)
- MTM nr. 58 Hoone energiatõhususe arvutamise metoodika (21.01.2019)
- MTM nr. 36 Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele (21.01.2019)

Eeldatav tulevik (määruse muudatus on töös)	Maks. energiatuhusarv ETA, kWh/(m ² a)		
	nZEB	Madalen.h = uusehitis	Oluline rek.
Väikeelamu	145/120/100	165/140/120	185/160/140
Korterelamu	105	125	150
Haridusasutus	100	120	160
Büroohoone	130	160	210
Kaubandus	160	190	230

Energiatõhususe arvu arvutamine

- Energiatõhususarv, kWh/(m²·a)

$$Q = Q_H \cdot f_{pH} + Q_V \cdot f_{pV} + Q_{AC} \cdot f_{pAC} + Q_{HW} \cdot f_{pHW} + W_{SYST} \cdot f_{pSYST} + W_L \cdot f_{pL} + W_{EQ} \cdot f_{pEQ}$$

- QH energiatarve ruumide kütteks, kWh/(m²·a);
- QV energiatarve ventilatsiooniõhu soojendamiseks, kWh/(m²·a);
- QAC energiatarve ruumide jahutuseks, niisutamiseks, kuivatamiseks, kWh/(m²·a);
- QHW energiatarve tarbevee soojendamiseks, kWh/(m²·a);
- WSYST tehnosüsteemide energiatarve, kWh/(m²·a);
- WL valgustuse energiatarve, kWh/(m²·a);
- WEQ elektriseadmete energiatarve, kWh/(m²·a);
- fp energiakandja kaalumistegur, -.

Stop! Me unustasime kust kõik algab.

Hoone energiatõhususarv arvutatakse esimeses järgus projekteeritud lahendusele eelprojekti tasemel!



Energiatõhususarvu arvutamisel peab lähtuma hoone tüüpilisest kasutusest



Hoone energiatõhususarv peab andma hoone omanikule ja kasutajale infot hoone energiatarbimise kohta tüüpilisel kasutusel. Ehk võimaldama võrrelda seda teiste sama tüüpi hoonetega.



Hoone energiatõhususe kavandamine saab alguse hoone kuju loomisega. Ehk arhitektuur on peamine lähte koht ja arhitektidega tuleb teha koostööd.

Mis muutus 2019 seses ETA arvutamiseega?

- Väikeelamute nõuded
 - Lihtsustatud tõendamismeetodi alusel võivad vastavust energiatõhususe miinimumnõuetele tõendada ka arhitektid.
https://www.mkm.ee/sites/default/files/vaikeelamu_energiatohususarvu_kalkulaator_2018_12_27.xlsx
 - BV2 ei ole aksepteeritav tarkvara energiatõhususe arvutamiseks ETA tõendamise seisukohast samuti ka kraadpäevad.

Kalkulaatori näide (lähteandmed)

Väikeelamu energiatõhususarvu kalkulaator - sisesta andmed kollastesse väljadesse								27.12.2018 TalTech			
Andmed hoone kohta								Energiaarvutuse teostaja			
Aadress						Uue hoone püstitamine		Nimi			
Kõetav pind	105.5	m²	Ehitise kasutamise otstarve		11101 - Üksikelamu		Pädevus				
Netopind	116.8	m²	Peamine soojusallikas ruumide kütet		Õhk-vesi soojuspump		Allkiri	allkirjastatud digitaalselt			
Piirdetarind		U_i	A_i	$H_{juhtivus}$	Joon-soojusläbivus	Ψ_k	I_k	$H_{joonläbivus}$	Infiltratsioon	$H_{infiltratsioon}$	
		W/(m²·K)	m²	W/K	s	W/(m·K)	m	W/K			
Välissein		0.15	96.7	14.7	Välisseina välisnurk	0.040	10.0	0.4	q_{50} , m³/(h·m²)	1.5	
Katuslagi		0.12	98.4	11.4	Välisseina sisenurk	0.000	0.0	0.0	Kavandatud mõõtmine		
Põrand pinnasel		0.10	77.2	7.7	Välissein-katuslagi	0.040	39.0	1.6	Korruste arv	2	
				0.0	Välissein-põrand	0.200	39.0	7.8	$A_{välispiire}$, m²	292.8	
				0.0	Välissein-vahelagi		0.0	0.0			
				0.0	Välissein-sisesein		0.0	0.0			
				0.0	Akna seina-kinnitus	0.030	57.0	1.7			
Välisuks		1.20	2.1	2.5	Ukse seina-kinnitus	0.030	6.2	0.2			
Aken	edelasse	0.74	8.8	3.9	Rõdu seina-kinnitus		0.0	0.0			
Aken	loodesse	0.84	2.6	2.6							
Aken	kagusse	0.82	2.9	1.4	Sisesein-katuslagi		0.0	0.0			
Aken	kirdesse	0.83	4.1	3.9							
Aken	põhja			0.0	Sisesein-põrand		0.0	0.0			
Aken	lõunasse			0.0							
Aken	itta			0.0				0.0	q_{inf} , m³/s	0.0051	
Aken	läände			0.0							
Summa		$H_{juhtivus}$, W/K		48.1	$H_{joonläbivus}$, W/K			11.6	$H_{õhuleke}$	6.1	
$H = H_{juhtivus} + H_{joonläbivus} + H_{õhuleke}$					W/K	65.9			Aknapiinna suhe kõetavasse pinda		
Välispiirete summaarne soojuserikadu kõetava pinna kohta H/A					W/(m²·K)	0.62					
										17%	

Kalkulaatori näide (tulemused)

Tehnosüsteemid			Soojusallikad			Maasoojuspump	Õhk-vesi soojuspump	Kaugküte	Pelletikatel	Gaas-kondensatsioonikatel
Projekteeritud õhk-vesi või maasoojuspumba nominaalvõimsus, kW		6.0	Energiabilanss		Netovajadus	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.	En.kasutus ja lokaalselt toodetud en.
Arvutuslik välisõhu temp., °C		-21			kWh/(m²·a)	kWh/(m²·a)	kWh/(m²·a)	kWh/(m²·a)	kWh/(m²·a)	kWh/(m²·a)
Kütteviis	põrandküte		Ruumide küte		46.5	12.6	20.0	55.9	59.2	52.9
Soojustagasti tüüp	rootorsoojustagasti		Vent. õhu soojendamine		5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
Soojustagastuse temperatuurisuhtarv, - Vent. lisa soojendamine		0.80	Tarbevee soojendamine		30.0	11.5	16.2	33.3	35.3	31.6
	elektrikalorifeer		Ventilaatorid ja pumbad		6.6	6.6	6.6	8.6	8.6	8.6
Ventilatsioonisüsteemi erivõimsus, kW/(m³/s)		1.5	Valgustus		5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
Päikesepaneelide maksimaalne võimsus, kW		5.0	Seadmed		22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
Kollektori aktiivpindala, m²		0.0	Toodetud lokaalne taastuvelekter			-37.5	-37.5	-37.5	-37.5	-37.5
Kollektori või paneeli suunatus		edel	Taastuvelektri omatarve, %			37	37	37	37	37
			Tarbitud lokaalne taastuvelekter			-13.7	-13.7	-13.7	-13.7	-13.7
Kollektori või paneeli kaldenurk		40°	Eksporditud lokaalne taastuvelekter			-23.8	-23.8	-23.8	-23.8	-23.8
			Summa		116.8	26.8	38.9	93.9	99.2	89.2
			Kaalutud energiakasutus			53.7	77.8	89.7	70.9	94.0
Paneeli paigaldusviis	mööduka tuulutusega		B-klassi ETA piirv	165	ETA (ilma PV)	129	153	165	146	169
			A-klassi ETA piirv	145	ETA	101	125	137	119	142

Hoonete standardkasutused

- MTM nr. 63 Hoone energiatõhususe miinimumnõuded (11.12.2018)
- Väikeelamute nõuded ja Lihtsustatud tõendamismeetod
- Hoone kasutamisotstarve (vt. sk. lisa 2):
 - Hoolekandenasutuse hoone = majutushoone; Tervishoiuhoone = ravihoone.
 - Kasarmu, tööstushoone ja laohoone on lisandunud hoone tüübid;
 - Suure energiatarbega hoone = haigla, siseujula, jäähall, külmhoone, loomaia või botaanikaia hoone või tööstushoone, milles protsessi soojuseraldus on $>30 \text{ W/m}^2$

Hoone kasutusotstarve	nZEB piirväärtus, kWh/(m ² ·a)	
	MTM määrus nr 55	MTM nr. 63
1) väikeelamu < 120 m ²	50	145
2) väikeelamu 120–220 m ² ja ridaelamu		120
3) väikeelamu > 220 m ²		100
4) korterelamu	100	105
5) kasarmu		170
6) kontorihoone	100	100
7) majutushoone	130	145
8) ärihoone		130
9) avalik hoone	120	135
10) kaubandushoone ja terminal	130	160
11) haridushoone	90	100
12) koolieelse lastenasutuse hoone	100	100
13) tervishoiuhoone	270	100
14) laohoone	-	65
15) tööstushoone	-	110
16) suure energiatarbega hoone	-	820

Mis on tõhus kaugküte ja millised on primaarenergia kaalumistegurid

- Energiakandjate kaalumistegur:

Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing väljastab märgist „Tõhus kaugküte“, kus kasutatakse:

50% taastuvenergiat või
50% heitsoojust või
75% koostoodetud soojust või
50% sellise energia ja soojuse
kombinatsiooni.

■ taastuvtoormel põhinev kütus, puit ja puidupõhine kütus ning muu biokütus	0,65;
■ tõhus kaugküte	0,65;
■ kaugküte	0,9;
■ vedelkütus, kütteõli ja vedelgaas, maagaas, tahke fossiilkütus, turvas ja turbabrikett	1,0;
■ elekter	2,0
■ kaugjahutus	0,4;
■ tõhus kaugjahutus	0,2;

Tehnosüsteemide nõuded 2019 määrustes uute hoonetega

- Tehnosüsteemi nõuded:
 - Siseõhu kvaliteet tagatakse soojustagastusega sissepuhke- ja väljatõmbeventilatsiooniga.
 - Hoone energiatõhususe jälgimise võimaldamiseks varustatakse hoone olulise energiatarbega tehnosüsteemid energiaarvestitega

Erandid ventilatsioonile ja nõuded arvestite paigaldamisele

- SP/VT ei ole nõutud, kui:
 - soojusallikas on väljatõmbeõhu soojuspump;
 - sissepuhke ja väljatõmbe magistraaltorustikke pole võimalik juhtida ühte ventilatsiooni seadmesse;
 - väljatõmbeõhk sisaldab saasteaineid, mida ei tohi soojustagastisse juhtida;
 - olulisel rekonstrueerimisel ei ole ventilatsioonitorustikku paigaldamine hoonesse tehniliselt võimalik
- Energiaarvesti paigaldatakse:
 - ventilatsiooniõhu soojendamise ja ruumide kütte soojusenergia;
 - hoonetes, välja arvatud väikeelamutes, sooja tarbevee valmistamiseks kulunud energia;
 - mitteelamus valgustuse ja elektriseadmete elektrienergia;
 - lokaalse taastuvenergiasüsteemi elektritoodang;
 - hoone tüüpilise kasutuse alla mitte kuuluvate tehnosüsteemide energiakasutus

Eelprojektist teostusprojektini

- Energiatõhusus ehitusprotsessi osana
 - Projekteeritud hoone → ehitusprojekti alusel
 - Ehitamise ajal muudetud ehitusprojekt: energiatõhusust mõjutava ehitusprojekti muudatuse korral tehakse nõuetele vastavuse kontrolliks uus energiaarvutus
 - Valminud hoone → teostusdokumentatsiooni alusel
 - Kui ETA muutunud, antakse välja uus energiamärgis.

Sisekliima- ja energiaarvutused

- Sisekliima- ja energiaarvutused:
 - Hoone energiatõhususe miinimumnõuetele vastavuse kontrolliks sooritatakse energiaarvutus hoone standardkasutusel,
 - Suviste sisetemperatuuride kontroll tehakse ruumitüüpidele, kus on kõige rohkem vabasoojust.
- Arvutusmeetodid:
 - valideeritud arvutustarkvara (hoone soojuslevi dünaamiline arvutus; arvestatakse tundide lõikes päikeseekiirguse pindadele ja varju jäävad alad; ventilatsiooni-, kütte- ja jahutus-süsteemide modelleerimise võimalikkus; tõeliste ruumitemperatuuride kasutamine arvutuses)
 - elamute rekonstrueerimise energiaarvutuse võib sooritada lihtsustatud, kuude kaupa või kraadpäevade järgi arvutava tarkvaraga
 - lihtsustatud tõendamismeetod väikeelamutele

Standardkasutus

- Hoone standardkasutus ja sellest tulenevad energiakulud, mis on määrusega Hoone energiatõhususe arvutamise metoodikaga ette antud.
- Erandid võimalused on määruses kirjas
 - Valgustuse arvutus
 - Ventilatsiooni VAV-i kasutamisel
 - Valitus ventilatsiooniseade
 - Valitud soojusallikas

Hoone standardkasutus ja vabasoojused

Hoone kasutusotstarve	Kasutusaeg			Kasutus- aste	Valgustus ^a W/m ²	Seade W/m ²	Inimene ^b W/m ²	Inimene m ² /inim.
	Kellaaeg	h/24h	d/7d					
Väikeelamu köetava pinnaga < 120 m ²	00:00–00:00	24	7	0,6	6 ^c	3 ^d	3	28,3
Väikeelamu köetava pinnaga 120–220 m ² ja ridaelamu	00:00–00:00	24	7	0,6	6 ^c	2,4 ^d	2	42,5
Väikeelamu köetava pinnaga > 220 m ²	00:00–00:00	24	7	0,6	6 ^c	2 ^d	1,4	60,7
Korterelamu	00:00–00:00	24	7	0,6	8 ^c	3 ^d	3	28,3
Kasarmu	00:00–00:00	24	7	0,4	10	2	10	8,5
Kontorihoone	07:00–18:00	11	5	0,55	10	12	5	17,0
Majutushoone	00:00–00:00	24	7	0,4	10	1	4	21,3
Ärihoone	12:00–22:00	10	7	0,4	19	4	14	6,1
Avalik hoone	08:00–22:00	14	7	0,5	14	0	5	17,0
Kaubandushoone ja terminal	07:00–21:00	14	7	0,55	19	1	5	17,0
Haridushoone	08:00–16:00	8	5	0,5 ^e	12	8	14	5,4
Koolieelse lasteasutuse hoone	07:00–19:00	12	5	0,4	12	4	8	4,4
Ravihoone	07:00–20:00	13	5	0,6	10	4	8	10,6
Tööstushoone	07:00–19:00	12	5	0,55	12	12	4	21,3
Laohoone	00:00–00:00	24	7	0,2	10	0	0	0

Tarbevee soojendamine

Hoone kasutusotstarve	Sooja vee erikulu, l/(m ² ·a)	Netoenergiavajadus, kWh/(m ² ·a)
Väikeelamu köetava pinnaga < 120 m ²	516	30
Väikeelamu köetava pinnaga 120–220 m ² ja ridaelamu	430	25
Väikeelamu köetava pinnaga > 220 m ²	344	20
Korterelamu	516	30
Kasarmu	602	35
Kontorihoone	103	6
Majutushoone	516	30
Ärihoone	395	23
Avalik hoone	344	20
Kaubandushoone ja terminal	69	4
Haridushoone	172	10
Koolieelse lasteasutuse hoone	258	15
Ravihoone	206	12
Laohoone	0	0
Tööstushoone	103	6

Lähteandmed märgisesse. Kust kohast võtta, mis on vead

- Välispiirded

- Piirete soojusläbivus
- Piirete pindalad
- Välispiirete joonsoojusläbivused
- Joonsoojusläbivuste pikkused
- Õhulekkest tingitud soojuskadu
- Välispiirete soojuserikadu köetavale pindalale

- Tehnosüsteemid

- Ventilatsioon
- Küttesüsteem
- Jahutussüsteem
- Lokaalne taastuenergia süsteemid
- Vabasoojused

Välispiirded

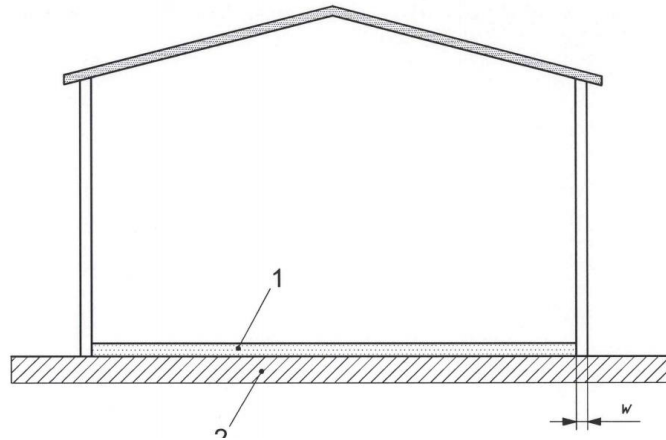
- Välisõhuga kontaktis olevad piirded:
 - EVS 908-1:2016 Hoone piirdetarindi soojusläbivuse arvutusjuhend. Osa 1: Välisõhuga kontaktis olev läbipaistmatu piire
 - EVS-EN ISO 6946:2017 Hoonete piirdetarindid ja komponendid. Soojustakistus ja soojusläbivus. Arvutusmeetodid
- Pinnasega kontaktis olevad piirde sh ka kütmata keldri lagi:
 - EVS-EN ISO 13370. Hoonete soojuslik toimivus. Soojuslevi pinnasesse. Arvutusmeetodid
- Akende ja uste soojusläbivused:
 - EVS-EN ISO 10077. Akende, uste ja luukide soojustehniline toimivus. Soojusläbivuse arvutus.
- Täpsemad juhised ka MTM määrus nr 58 §11 ja 12

Välispiirete pindala

- Piired on 3D mudelis määratletud ja IFC-na kanduvad õigesti dünaamilise soojuslevi arvutusprogrammi üle
- Dünaamilises soojuslevi arvutamisel kasutatakse CAD põhja
- Mudel ehitatakse üles arhitektuursete jooniste alusel (ilma CAD põhjata)
- Lihtsustatud märgise aruvamisel on kasutada arhitektuurne eelprojekt
 - Ideealis kõik klappib
 - Võib juhtuda et projekt ei anna mahtude jaoks piisavat infot
 - Projektis ja seletuskirjas on vastuolud

Põranda soojuslähivus- pinnasega kontaktis olevad piirded

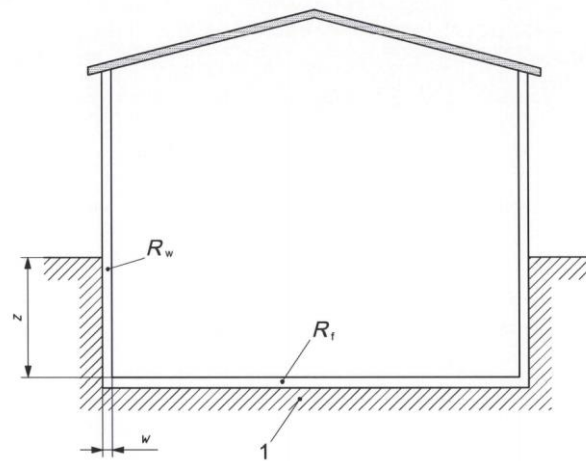
- EVS-EN ISO 13370. Hoonete soojuslik toimivus. Soojuslevi pinnasesse. Arvutusmeetodid



$$U = \frac{\lambda}{0,457 \times B' + d_t}$$

$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se})$$

$$B' = \frac{A}{0,5P}$$



$$d_t = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se})$$

Soojustamata
põrand

$$(d_t + 0,5z) < B'$$

Soojustatud põrand

$$(d_t + 0,5z) \geq B'$$

$$d_w = \lambda(R_{si} + R_w + R_{se})$$

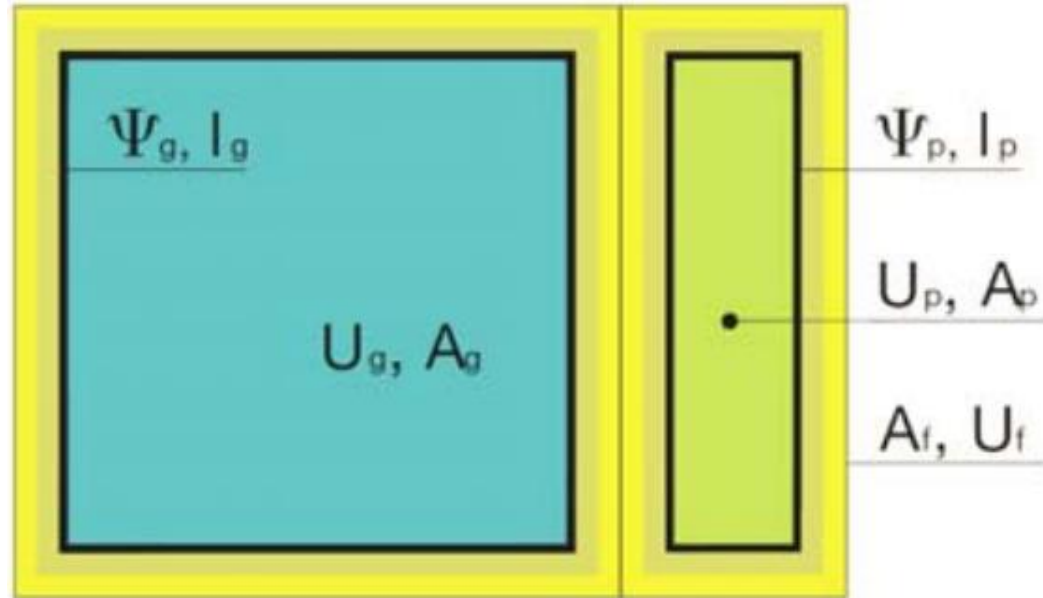
$$U_{bw} = \frac{2\lambda}{\pi z} \left(1 + \frac{0,5d_t}{d_t + z} \right) \ln \left(\frac{z}{d_w} + 1 \right)$$

$$U_{bf} = \frac{2\lambda}{\pi B' + d_t + 0,5z} \ln \left(\frac{\pi B'}{d_t + 0,5z} + 1 \right)$$

$$U_{bf} = \frac{\lambda}{0,457B' + d_t + 0,5z}$$

Avatäidete soojuslähivus

$$U_a = \frac{U_k A_k + U_r A_r + U_p A_p + \Psi_k I_k}{A_k + A_r}$$



Näide sõltuvalt raami osakaalust

Tabel 3.4 Kolme ja nelja klaasiga klaaspaketiga (millest kaks/kolm on selektiivklaasid $\varepsilon \approx 0,025$) akna soojuslähivus erinevate akna ja raami osakaalude korral

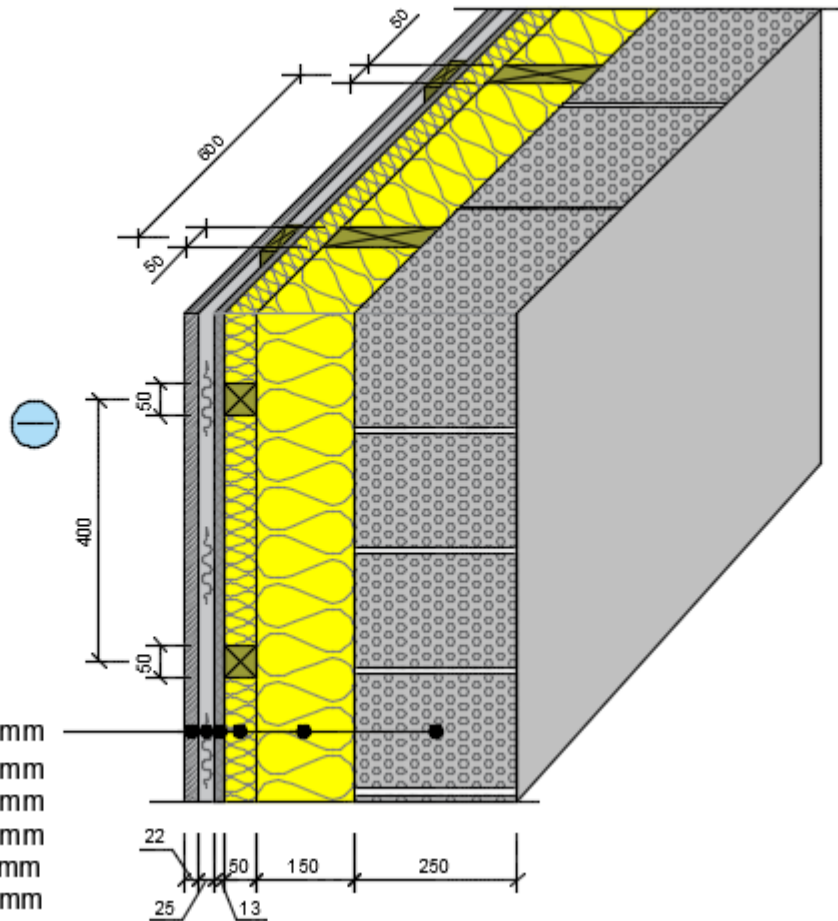
Raami ja lengi laius	~80mm	~90mm	~120mm	~150mm
Raami ja lengi soojuslähivus U_f	Ülemine, keskmine ja küljed 1,2 W/(m ² ·K), All: 1,4 W/(m ² ·K)	Ülemine, keskmine ja küljed 1,1 W/(m ² ·K), All: 1,2 W/(m ² ·K)	Ülemine, keskmine ja küljed 0,86 W/(m ² ·K), All: 0,83 W/(m ² ·K)	Ülemine, keskmine ja küljed 0,64 W/(m ² ·K), All: 0,72 W/(m ² ·K)
Klaaspaketi paksus ja soojuslähivus	d~40mm $U_g = 0,63$ W/(m ² ·K)	d~50mm $U_g = 0,56$ W/(m ² ·K)	d~50mm $U_g = 0,56$ W/(m ² ·K)	d~70mm $U_g = 0,36$ W/(m ² ·K)
Klaaspaketi servaliistu joon-soojuslähivus	$\Psi_g = 0,06$ W/(m·K)	$\Psi_g = 0,06$ W/(m·K)	$\Psi_g = 0,02$ W/(m·K)	$\Psi_g = 0,02$ W/(m·K)



Raami ja lengi osakaal akna kogupindalast Akna soojuslähivus U_w , W/(m²·K)

30%	0,92	0,85	0,68	0,55
40%	1,04	0,97	0,74	0,62
50%	1,17	1,09	0,79	0,68
60%	1,28	1,20	0,85	0,75

Arvutatavad piirded



Materjal	Kihi paksus d, mm	Soojuseri-juhtivus λ_U , W/(m·K)
Laudvooder	22	0,13
Tuulutatav õhkvahe	25	0,026
Tuuletõkkeplaat (jäik min. vill)	13	0,04
Min. vill (klaasvill $\rho=20 \text{ kg/m}^3$)/ vert. puitroov samm 400 mm	50	0,036/ 0,13
Min. vill (klaasvill $\rho=20 \text{ kg/m}^3$)/ vert. puitroov samm 600 mm	150	0,036/ 0,13
Poorbetoonplokk	250	0,1

Näite arvutuskäik

$$R_T' = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{A_n}{R_{Tn}}}$$

$$R_T'' = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2}$$

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Arvutuskäik:

- 1.) Soojustuse sektsiooni soojustakistus (risti piirde pinnaga): *Kui oleks üks mittehomogeenne kiht, oleks kaks sektsiooni ja nelja arvutuse asemel kaks.*

$$\perp R_{\text{soojustus}} = 0,13 + \frac{0,25}{0,1} + \frac{0,15}{0,036} + \frac{0,05}{0,036} + \frac{0,013}{0,04} + 0,04 = 8,55 \text{ m}^2\text{K/W}$$

- 2.) Karkassi sektsiooni soojustakistus (risti piirde pinnaga):

$$\perp R_{\text{karkass/vill}} = 0,13 + \frac{0,25}{0,1} + \frac{0,15}{0,13} + \frac{0,05}{0,036} + \frac{0,013}{0,04} + 0,04 = 5,54 \text{ m}^2\text{K/W}$$

- 3.) Puidu sektsiooni soojustakistus (risti piirde pinnaga):

$$\perp R_{\text{karkass/roov}} = 0,13 + \frac{0,25}{0,1} + \frac{0,15}{0,13} + \frac{0,05}{0,13} + \frac{0,013}{0,04} + 0,04 = 4,53 \text{ m}^2\text{K/W}$$

- 4.) Roovi sektsiooni soojustakistus (risti piirde pinnaga):

$$\perp R_{\text{soojustus/roov}} = 0,13 + \frac{0,25}{0,1} + \frac{0,15}{0,036} + \frac{0,05}{0,13} + \frac{0,013}{0,04} + 0,04 = 7,55 \text{ m}^2\text{K/W}$$

- 5.) Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus:

$$R_T' = \frac{600 \cdot 400}{\frac{550 \cdot 350}{8,55} + \frac{350 \cdot 50}{5,54} + \frac{50 \cdot 50}{4,53} + \frac{550 \cdot 50}{7,55}} = 8,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Mittehomogeensete materjalikihtide soojustakistused (piirde pinnaga paralleelselt):

- 1.) 150 mm paksuse soojustuse kihi soojustakistus: *(Kui oleks üks mittehomogeenne kiht, siis oleks siinkohal üks arvutus)*

$$R_{150\text{soojustus/puit}} = \frac{600}{\frac{550}{\left(\frac{0,15}{0,036}\right)} + \frac{50}{\left(\frac{0,15}{0,13}\right)}} = 3,42 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Vead:

1. Läbiva soojustuse korral oleks $R_T = 8,55 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$ ja $U = 0,117 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
2. Soojustakistuste erinevus 0,79 tähendaks 0,036 $\text{W/m}\cdot\text{K}$ soojustuse osas ca 30 mm õhemat soojustuse kihti
3. Siht $U = 0,13 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ oleks tõenäoliselt jäetud ära 50 roovikiht, millela oleks $R_t = 7,16$ ja asendatud tuuletõke veidi madalama soojusläbivuse tuuletõkkega.

- 2.) 50 mm paksuse soojustuse kihi soojustakistus:

$$R_{50\text{soojustus/puit}} = \frac{400}{\frac{350}{\left(\frac{0,05}{0,036}\right)} + \frac{50}{\left(\frac{0,05}{0,13}\right)}} = 1,05 \text{ m}^2\text{K/W}$$

- 3.) $\perp$ Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus (risti piirde pinnaga):

$$R''_T = 0,13 + \frac{0,25}{0,1} + 3,42 + 1,05 + \frac{0,013}{0,04} + 0,04 = 7,47 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} = \frac{8,04 + 7,47}{2} = 7,76 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Viga: } e = \frac{R_T' + R_T''}{2R_T} \cdot 100\% = \frac{8,04 + 7,47}{2 \cdot 7,76} \cdot 100 = 10\% (< 20\%)$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,76} = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Metoodika on kasutatav, kui mittehomogeense kihi soojuserijuhtivused ei erine üle 5 korra ning viga ei ületa 20%.

Lihtne kontroll

- Tee ainult R'' arvutus (osapindalad annavad väiksema tulemuse)
- Väga palju oleneb karkassi ja roovi sammus, kuid karkass annab juurde vähemalt 10% väiksema soojustakistuse ($8,55/1,1=7,77$)
- Mida paksem on mittehomogeenne kiht seda suurem on erinevus
- Saavutada $U=0,15$ või väiksem tähendab klassikalise 0,036 villa puhul valikut 250 mm mittehomogeenset piiret

Tehnosüsteemide lähteandmed

- Arvutamise metoodika määrus võimaldab kasutada sedmete tehnilist infot
- Metoodikas olemas ka esmase arvutamise jaoks vajalik lähteinfo
- Milline tootja poolt antud info on õige milline mitte, mida tuleks lugeda välja peenikesest kirjast.
 - Kas gaasikondensaatkatla kasutegur aasta keskmiselt saab olla üle 100%?
 - Kas kasutame SCOP-i või COP-i?
 - Kuidas maasoojuspumba ja õhk-vesi soojuspumba aastast soojustegurit leida?
 - Mis infot leiame soojuspumba märgiselt?
- Varasmead uuringud on näidanud et gaasikondensaatkatla aastane kasutegur on väga kõikuv ning sõltub väljundvõimsusest (60-100%, keskmiselt 85% ühel näitel).
- Soojustegurina tuleb kasutada süsteemi soojustegurit mitte kompressori oma!

Ventilatsioon ja jahutus

- Mis on õhuvahetus madalatemperatuuri seadega pinnal?
- Milline on õhuvahetus kasutusaja välisel ajal?
- Kas ja millisel juhul võib õhuvahetus võrreldes määruses tooduga vähendada?
- Milline on erinevate standardkasutusega hoonetes sissepuhke õhu temperatuur?
- Kas ventilatsioonisüsteemi SFP saab olla alla 0,8? Kui jah siis millisel juhul?
- Kuidas arvestada jahutust ventilatsiooniga ja jahutust ruumis?
- Kuidas rakendada arvutamise metoodikas toodud tabel 15 tegureid?

Suvine temperatuuri kontroll

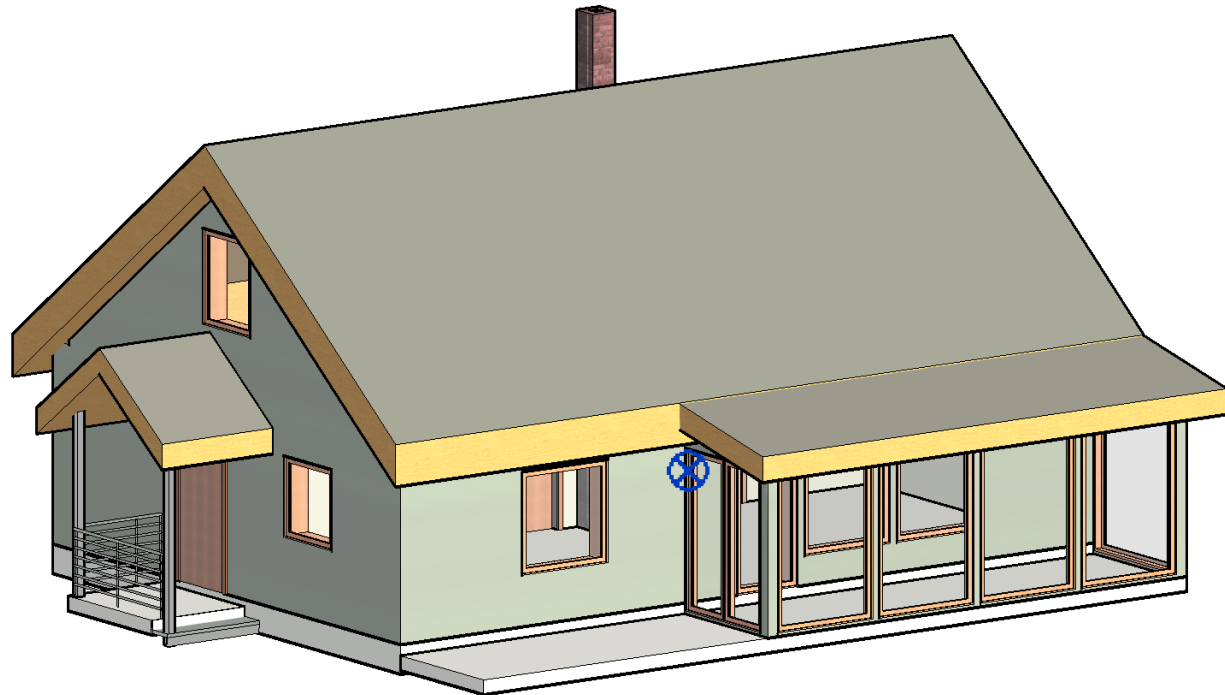
Väljavõte määrusest:

Väikeelamu ja oluliselt rekonstrueeritava korterelamu suvist ruumitemperatuuri ei pea tõendama simulatsioonarvutusega, kui kagu (135 kraadi) ja lääne (270 kraadi) ilmakaarte vahele jäävad aknad vastavad kõigile järgmistele tingimustele:

1. Elu- ja magamistubade aknad pindalaga üle 1 ruutmeetri on avatavad tuulutusasendisse või muul moel osaliselt avatavad, nii et avatava akna tuulutusasendi aktiivpindala osakaal kogu akna pindalas on vähemalt 10 protsenti;
2. Akende pindala osakaal fassaadi pindalas on väiksem kui 40 protsenti;
3. Akende osakaal fassaadi pindalas ja klaaspaketi päikesefaktori korrutise väärtus on väiksem kui 0,2;
4. akende pindala suhe vaadeldava ruumi põranda pindalasse on väiksem kui 0,15.

Kalkulaatori näide (suvine kontroll)

Suvise ruumitemperatuuri nõude kontroll - sisesta vähemalt ühe magamistoa ja elutoa andmed kollastesse väljadesse									
Eluruum	Ruumi pindala	Ruumi välisseinte pindala	Akende pindala	Akende päikesefaktor (g)	Aknad pindalaga üle 1m ² on avatavad tuulutusasendisse (aktiivpind >10%)	Akende pindala osakaal fassaadi pindalas (WWR)	WWR·g	Akende pindala suhe ruumi põranda pindalasse	Määruse nõuded täidetud - simulatsioonarvutus ei ole vajalik
	m ²	m ²	m ²	-	Jah/Ei	-	-	-	Jah/Ei
Elutuba-Köök	44.7	34.4	11.5	0.50	Jah	0.33	0.17	0.26	Ei
Elutuba-Köök2	44.7	34.4	6.7	0.50	Jah	0.19	0.10	0.15	Jah



Simulatsiooniarvtusega kontroll

Mis on lubatud mis mitte

- Akende avamine- tavaliselt vead 10% avatava osa sisestamisel
- Akna avamise seadetemperatuur- ei ole loogiline alla 25 kraadi, soojusliku mugavuse seisukohalt
- Akna avamine ei saa olla lahendus linnatingimustes
- Välimine varjestus ja sisemised kaardinad- kui ei ole projekteeritud ehk arh. Projektis siis ei saa kasutada ehk on projekteerimise osa.

Suvised ruumitemperatuuri kontrolli üldandmed

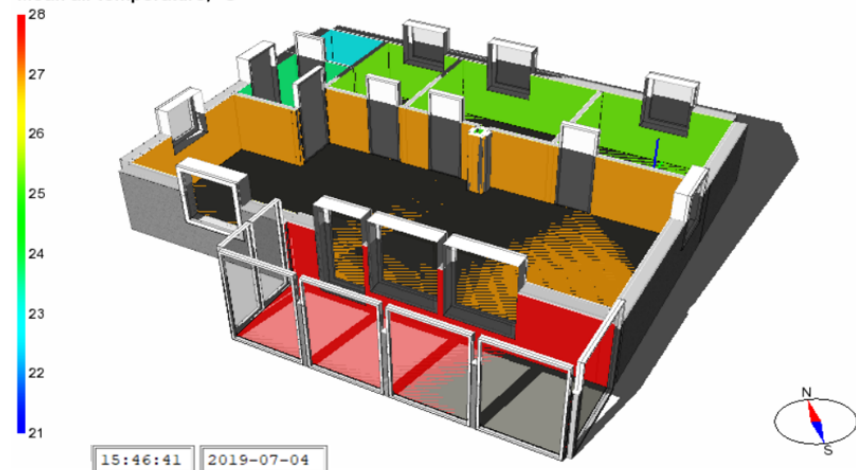
Lubatud piirtemperatuuri ületavate kraadtundide arv <		Piirtemperatuur	27 °C	
			150 °Ch	
Nr	Simuleeritud ruum	Piirtemperatuuri ületavad kraadtunnid, °Ch		
1	Köök-elutuba (ruum nr 3)	128		
...				
Ruumi nr	Ajavahemik (kellaaeg)	Inimesed W/m ²	Seadmed W/m ²	Valgustus W/m ²
3	00:00-00:00	6	3	3
...				

Suvised ruumitemperatuurikontroll ruumis nr. 3 (Köök-elutuba) mis asub hoone edela suunas on arvestatud, et akna kagus pindalaga 1.43 m², loodes pindalaga 1.21 m² ja veranda üks edelas 2.1 m² on avatud 10% avatavast osast temperatuuri tõustes üle 25 kraadi. Ülekuumenemist aitab vältida ka avatavate ustega veranda varikatus.

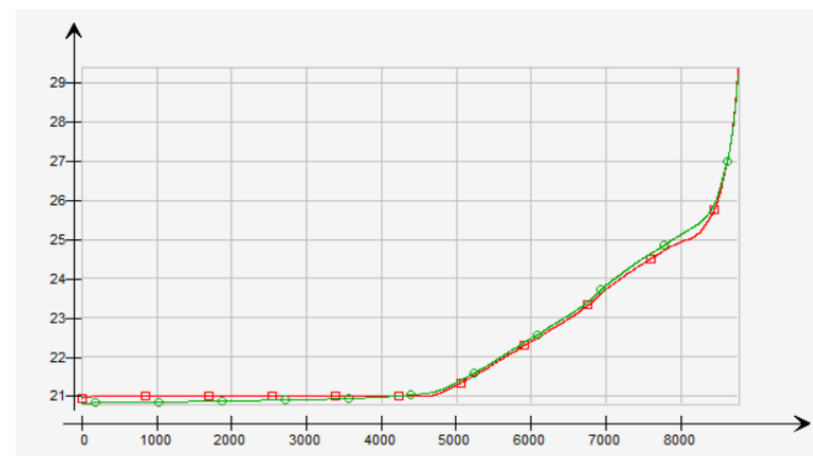
11.03.2020	Anti Hamburg	/allkirjastatud digitaalselt/
Kuupäev	Nimi	Allkiri

Suvised ruumitemperatuuri kontrolli tulemuste esitamine				Leht 1/2
Simuleeritud ruum	Ruum nr 3 (Köök-elutuba) edela küljes			
Simulatsiooni meetodika	Ruumipõhine			
Akende kaudu tuulutusega arvestamine	Arvestatakse			
Simulatsioonis defineeritud klaas-paketi või varjestuslahendus	Päikese-läbivustegur g, -	Otsese päikese kiirguse läbivustegur Tsol, -	Nähtava valguse läbivustegur Tvis, -	
Kõik aknad, 3x klaaspakett	0.5	0.41	0.71	
...				

Simulatsioonimudeli näit
Mean air temperature, °C



Ruumitemperatuuri kestusköver



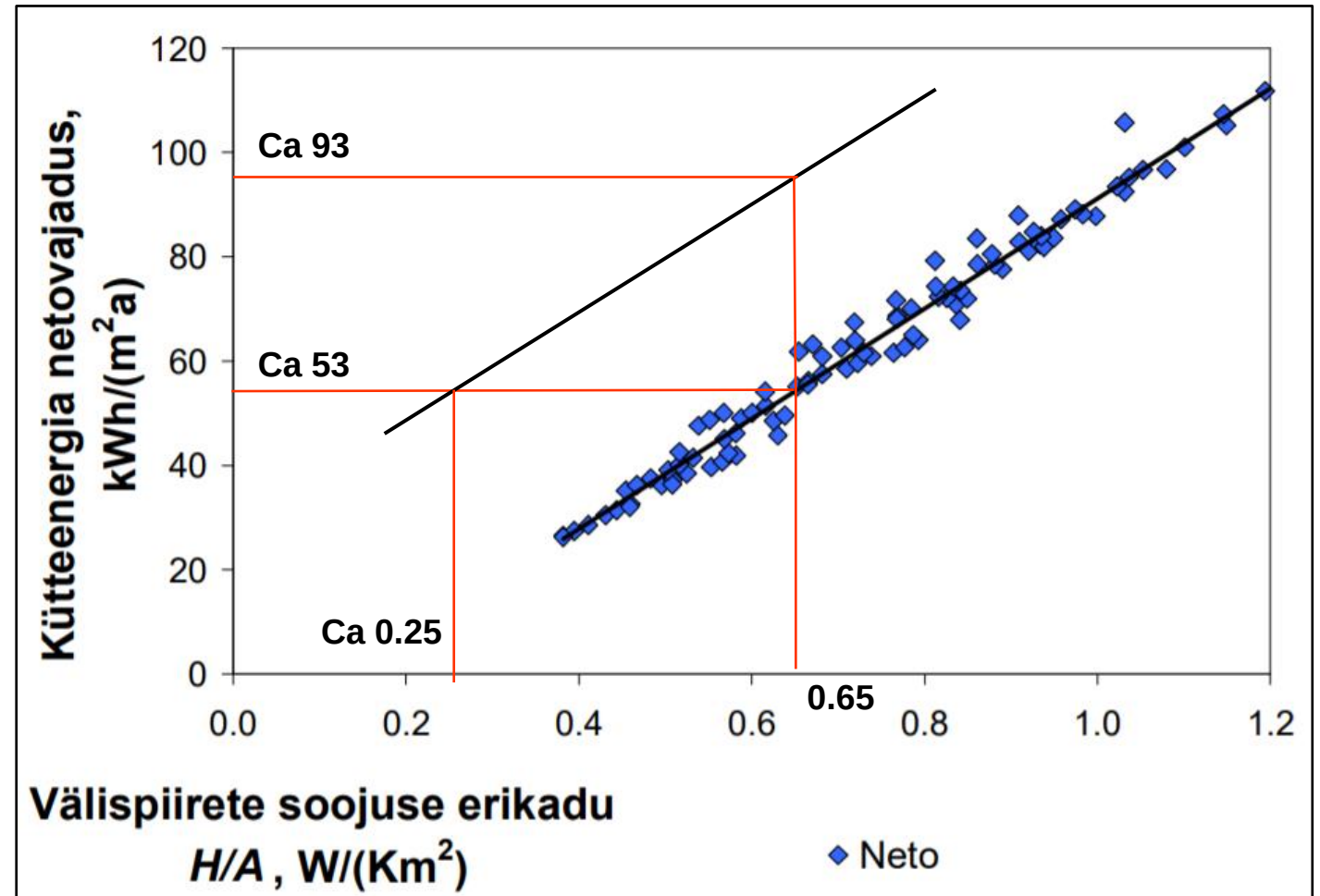
11.03.2020	Anti Hamburg	/allkirjastatud digitaalselt/
Kuupäev	Nimi	Allkiri

Kütteenergiakulu hindamine

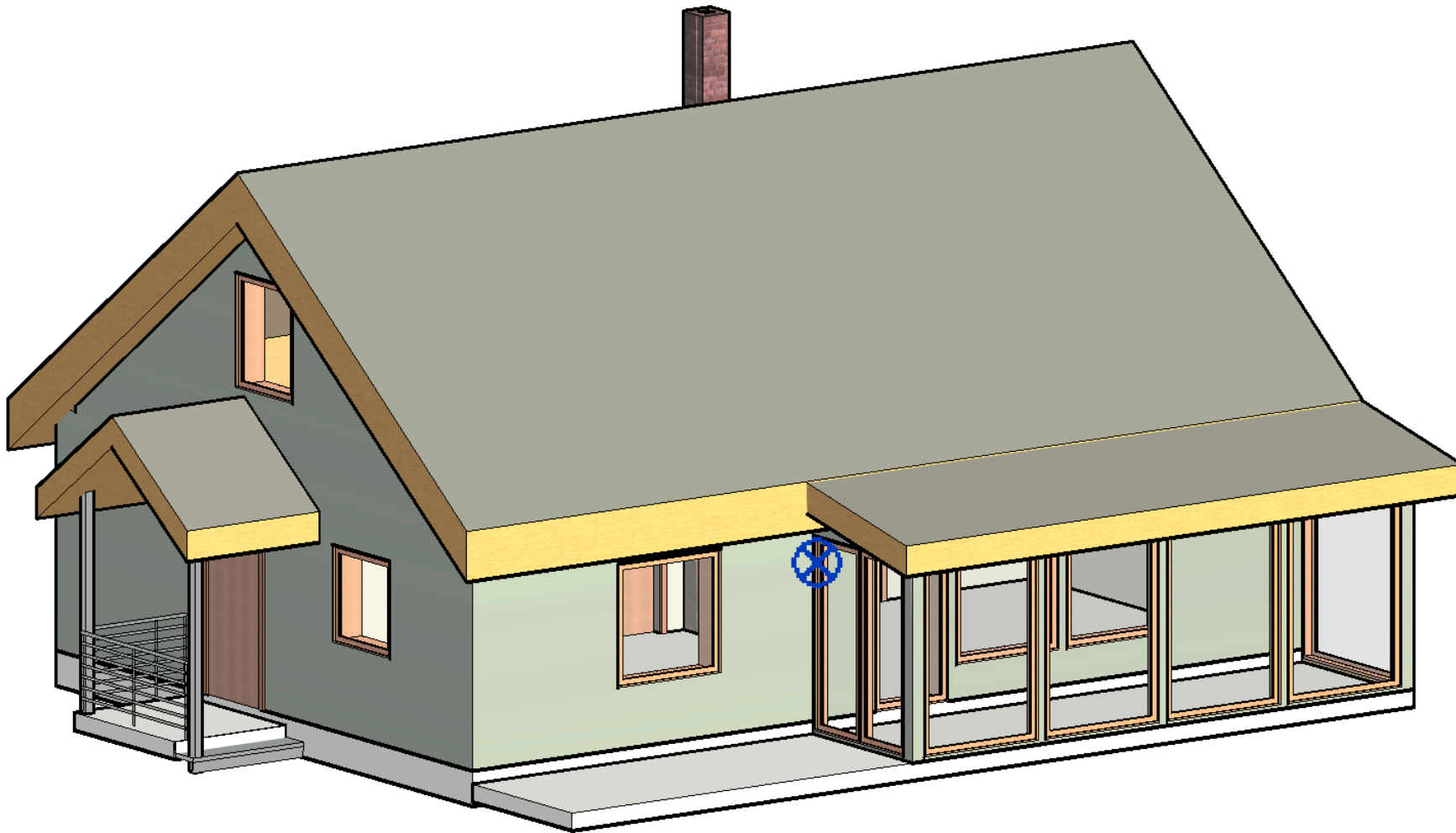
- H/A alusel
- Kraadpäevade arvutus
 - Taskaalutemperatuuriks võib esimeses lahenduses võtta ca 12 kraadi (madalenergiahoonete puhul). Võttes aluseks kütteperioodi tähendaks see ca 2500 kraadpäeva
 - Hoone välispiirete soojuserikaole lisada ka ventilatsiooni soojuserikadu (see osa mis ruumis), isegi kui ei võta saab suurusjärgu ikka kätte.

Lähteandmed ja kütteenergia kulu hindamine

- Väikeelamute kütteenergia kulu hindamine
 - Juhul kui hoone ventilatsioon on soojustagastusega kehtib seos
 - Kui hoonel puudub soojustagastus lisandub küttele standardkasutus ca 40 kWh/(m²·a)



Näide



Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed

Arvutustsoonide arv	11
Küttesüsteemi tüüp	
-soojuse tootmine ja kütus	Lokaalküte ja elekter
-soojuse jaotamine	Põrand- ja radiaatorküte
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	Mehhaaniline soojustagastusega
Jahutussüsteem (on/ei ole)	ei ole
Õhulekkearvu väärtuse allikas	MTM58
Joonsoojuslähivuse väärtuse allikas	Piirdetarindi liitekohtade joonsoojuslähivuste kataloog

Soojuskadu läbi piirdetarindi					Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslähivuste				Õhulekkest tingitud soojuskadu	
Piirdetarind	g -	U_i $W/(m^2 \cdot K)$	A_i m^2	$H_{juhtivus}$ W/K	Joon- või punktsoojuslähivus	Ψ_i $W/(m \cdot K)$	l_i m	H_{joonsl} W/K	Omadus	Suurus
Välissein 1		0.15	96.73	14.7	Välissein-välissein 1	0.04	10.00	0.4	Õhulekkearv q_{50} , $m^3/(h \cdot m^2)$	1.5
Välissein 2		0.00	0.00	0.0	Välissein-välissein 2	0.00	0.0	0.0		
Katuslagi		0.12	98.44	11.4	Katuslagi-välissein	0.04	38.97	1.6	A_{vp} (välispiirded), m^2	292.8
Pööningu vahelagi		0.00	0.00	0.0	Pööningu vahelagi-välissein	0.00	0.0	0.0	Korruste arv (täisarv)	2.0
Põrand pinnasel		0.10	77.15	7.7	Põrand pinnasel-välissein	0.20	38.97	7.8	$\dot{V}_{inf}$, m^3/s	0.0051
Põrand välisõhu kohal		0.00	0.00	0.0	Põrand välisõhu kohal-välissein	0.00	0.0	0.0		
Välisuks		1.20	2.10	2.5	Akna seinakinnitus	0.03	57.00	1.7		
Aken (edelas)	0.50	0.74	8.82	6.5	Ukse seinakinnitus	0.03	6.20	0.2		
Aken (loodes)	0.50	0.84	2.64	2.2	Sisesein-välissein	0.00	0.0	0.0		
Aken (kagus)	0.50	0.82	2.86	2.3	Rõdu seinakinnitus	0.00	0.0	0.0		
Aken (kirdes)	0.50	0.83	4.07	3.4	...	0.00	0.0	0.0		
...		0.00	0.0	0.0	...	0.00	0.0	0.0		
...		0.00	0.0	0.0	...	0.00	0.0	0.0		
Kokku:		$H_{juhtivus}$, W/K		50.8		H_{joonsl} , W/K		11.6	$H_{õhuleke}$, W/K	6.1
Välispiirde summaarne soojuserikadu					ΣH , W/K			68.6		
Välispiirde keskmine soojuslähivus					$\Sigma H / A_{vp}$			0.2		
Hoone kätav pind					$A_{kätav}$, m^2			105.5		
Hoone madala temperatuuriseadega pind					A_{madal} , m^2			0.0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kätava pinna kohta					$\Sigma H / A_{kätav}$			0.65		
					$W/(m^2 \cdot K)$					

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²		
	m³/s / m³/s	kW/(m³/s)		-	°C	°C		
1 Vent.agregaat 2 (nt väljatõmbeventilaator 1) ...	0.05	1.5	rootor	0.8	0	18		
¹ soojustagasti külmumise vältimine								
² esitatakse konstantse sissepuhketemperatuuriseade puhul								
Küttesüsteem	Soojusallika kasutegur	Jaotamise ja väljastamise kasutegur, -	Kütteperioodi ³ keskmine soojustegur, -	Soojus- ³ pumba osakaal, -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m² a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
1 Õhk-vesi soojuspump põrandküte		0.85	2.9	89		40 / 33		2.56
2 Õhk-vesi soojuspump radiaatorküte		0.97	2.9	89		40 / 33		0.94
3 Vent. seade kalorifeer	1	1					1.33	
4 Õhk-vesi soojuspump soe vesi			2	89				
³ esitatakse soojuspumpsüsteemide puhul								
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpsüsteemi koosseisus								
Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur		Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete elekter kWh/(m² a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur		
	-					β _{je} , β _{jek} , β _{rs} , -		
1 (nt. tsentraalne) 2 (nt. SPLIT) ...								
⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedeliksüsteemide puhul								
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus								
Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese- kollektori aktiiv- pindala, m²	Päikese- paneelide max võimsus, kW	Tuulegene- raatori nimi- võimsus, kW					
1 (Päikesepaneelid) ...	4.95							
Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg			
	W/m²	W/m²	W/m²	%	päeva nädalas	tundi päevas		
	3	3	6	60	7	7		
Kuupäev	11.03.2020	Nimi	Anti Hamburg	/allkirjastatud digitaalselt/				

Energiaarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta								
Hoone kasutusotstarve	11101 Üksikelamu					+ Uusehitus		
Aadress	Õnne 13, Morna					☐ Oluline rekonstrueerimine		
Ehitusaasta	2020					☐ Rekonstrueerimine		
Kõetav pind	105.5 m ²					☐ Olemasolev hoone		
Madala temp.seadega pind	0 m ²							
Netopind	116.8 m ²							
Energiaatõhususarv	118 kWh/(m ² a) (kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)							
Energiaatõhususarv B	147 kWh/(m ² a) (kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)							
^B Energiaatõhususarv ilma lokaalselt toodetud elektrita								
Energiakasutuse kokkuvõte	Hangitud kogus/a	kütused massi või mahuühik	Tarnitud energia kWh/a	Tarnitud energia kWh/(a m ²)	Eksporditud energia kWh/a	Eksporditud energia kWh/(a m ²)	Kaalumis-tegur -	Kaalutud energiakasutus kWh/(a m ²)
Elekter	-	-	6202	58.8	2391	22.7	2.0	72
Summa	-	-					-	72
Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia			Lokaalselt toodetud		Eksporditud		Omatarbe osakaal	
			kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/a	kWh/(a m ²)	%	
Soojusenergia päikesest								
Elekter päikesest			1574	14.9	2391	22.7	39.7	
...								

Summaarne energiakasutus	Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)
Küttesüsteem	-	-	-	-
Ruumide küte	1924		18.2	
Ventilatsiooniõhu soojendamine	472		4.5	
Tarbevee soojendamine	1757		16.7	
Abiseadmete elekter		-		-
Ventilatsioonisüsteem ¹	693	-	6.6	-
Jahutussüsteem				
Abiseadmete elekter		-		-
Valgustus	555	-	5.3	-
Seadmed	2376	-	22.5	-
Summa (tehnosüsteemide summaarne energiakasutus)	7776		73.7	

¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks

Netoenergiavajadus	kWh/a	kWh/(a m ²)
Ruumide küte ²	4921	46.6
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³	472	4.5
Tarbevee soojendamine	3165	30.0
Ruumide jahutus		
Ventilatsiooniõhu jahutus		

² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis

³ arvutatud koos soojustagastusega

Arvutusprogrammi nimi ja versioon	IDA ICE 4.8
-----------------------------------	-------------

Taastuenergia?

- Lokaalne taastuenergia on hoones, kinnistul või hoone lähiümbruses päikese-, vee-, pinnase- või tuuleenergiast toodetud elektri- või soojusenergia, mis tarbitakse hoones. Energiatõhususarvu väärtust ei mõjuta eksporditud energia osakaal.
- Lokaalse toodetu osakaal kogu toodanugust ja kogu tarbest?
 - Millal tootmine, millal tarbimine?
 - Kas määruses väärtused on need mida usaldada?
 - Kui suur saab olla maksimum?
 - Kuidas määrata?
 - Siin kõige õigem dünaamiline arvutus kus baasaasta andemtega võimalik suurusjärku hinnata.

Lokaalne tootmine ja omatarve?

Mõte: Liginullenergiahoone energiatõhususarv peab vastama madalenergiahoone piirväärtusele energiaarvutuses lokaalset elektri tootmist taastuvast energiaallikast arvesse võtmata.

- Päikesepaneelid
 - Kas ja millal lubatud ja millises mahus mõistlik?
- Päikesekollektorid
 - Mitu on põhjendatud ja palju võib katta?

PV paneelide omatoodang

§ 29¹. Hoone toimimiseks ette nähtud päikesepaneeliga toodetud elektrienergia

(1) Päikesepaneeliga toodetud elektrienergia see osa, mis on ette nähtud hoone toimimiseks, arvutatakse tunnipõhise energiatoodangu ja energiakasutuse simulatsioonarvutusega või selle arvutamisel kasutatakse tabelis 19 toodud väärtusi.

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

[[RT I, 18.01.2019, 7](#) - jõust. 21.01.2019]

(2) Mitme kasutusotstarbega hoone omatarbe osakaal on köetava pinna alusel hoone osade omatarbe osakaalude kaalutud keskmine väärtus.

[[RT I, 07.07.2020, 7](#) - jõust. 10.07.2020]

Hoone	Omatarbe osakaal, %
1) väikeelamu köetava pinnaga < 120 m ²	45
2) väikeelamu köetava pinnaga 120–220 m ² ja ridaelamu	40
3) väikeelamu köetava pinnaga > 220 m ²	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

Omatarve PV paneelidega

- Häguseks jääb kas tabelis toodu on toodetud energiast või kogu tarbest!
- Õige oleks see et piir on kogutarbest ja õige oleks leida vastus simulatsiooni arvutustega kus hoone oma tehnosüsteemide energiatarbega on sisestatud!
- Ehk ülemine piir on paigas ning omatarve reeglina sellest madalam

Päikesekollektorid

27. Päikeseenergia kasutamine soojusenergia tootmiseks

(1) Päikesekollektoriga toodetud soojusenergia arvutatakse asjakohase tarkvaraga, mis peab võimaldama kollektori ja süsteemi soojuskaod, salvestuspaagi laadimise iseärasuse, hoone soojuskasutuse, kollektori pinnale langeva päikese kiirgusvoole varjude mõju arvesse võtmist ning kasutada seadme tootja poolt antud tehnilisi ja Eesti energiaarvutuste baasaasta kliima parameetreid.

(3) Käesoleva paragrahvi lõikes 2 toodud valemi kasutamisel võib edaspidistes energiaarvutustes arvesse võtta päikesekollektorist saadavast soojusenergiast hulga, mis moodustab kuni pool aastasest sooja tarbevee energiakasutusest.

Valem millele viidatakse on järgnev: $Q_{kol} = 945 \cdot A_{kol} \cdot k_{soojus} \cdot k_{suund}$,

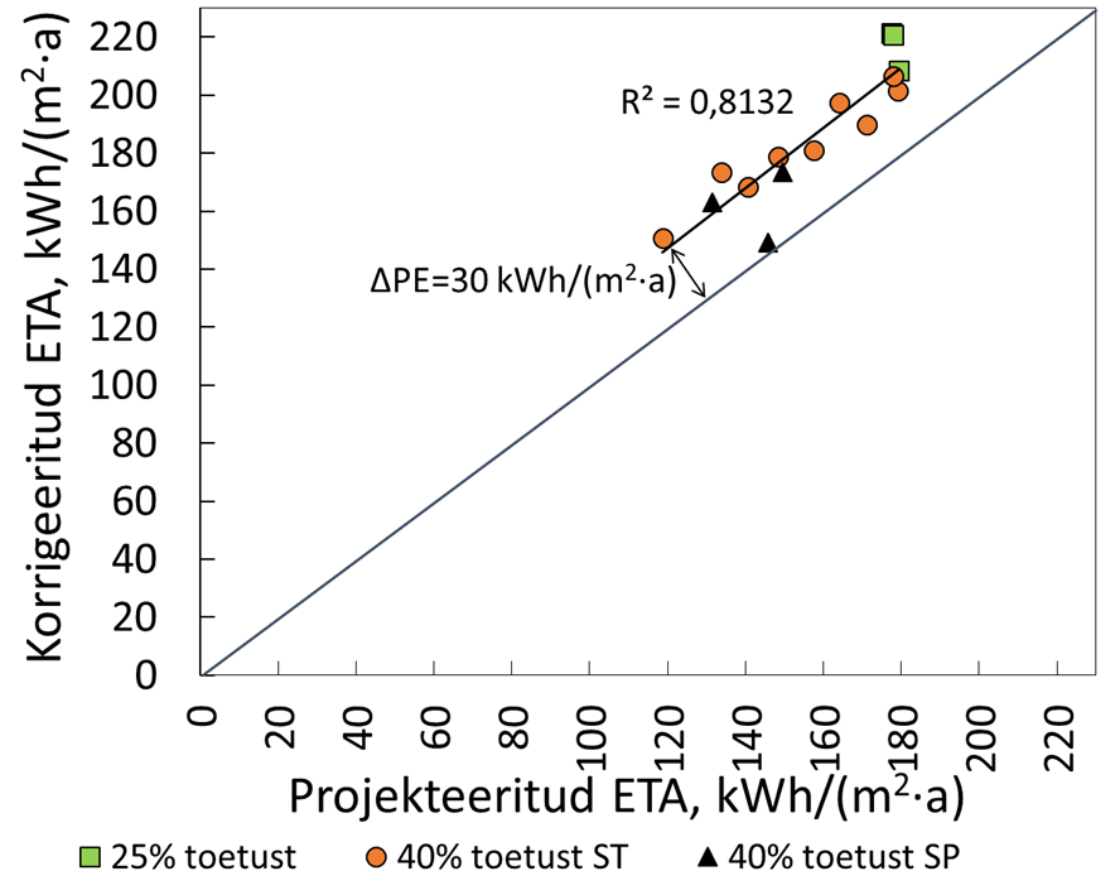
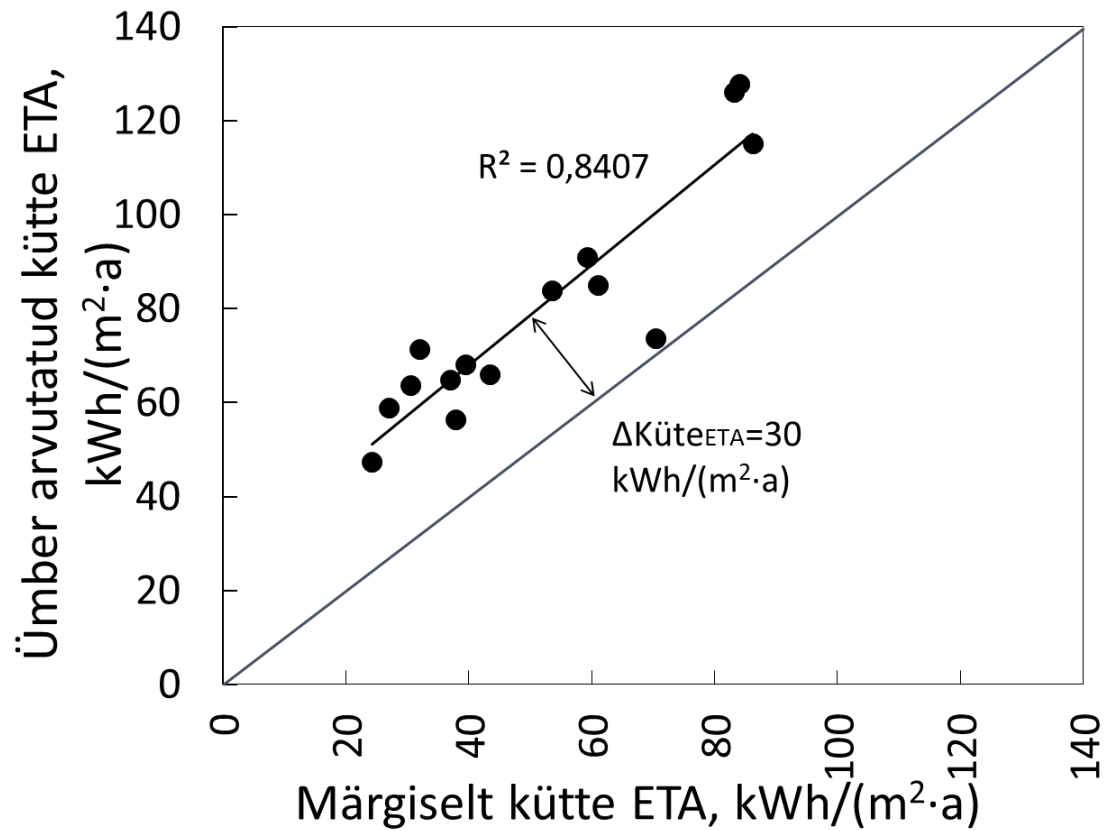
Kui valemil ei kasutat, kas siis võib võtta rohkem arvesse?

EI!

Kas KEK ja ETA kulud on võrreldavad?

- Energiakulude võrdlus KEK ja ETA märgisel.
 - Esimene võrdlus oleks elektrikulu seadmetele ja valgustusele
 - Teine võrdlus soojatarbevee energiakulu
 - Võrdlus ventilatsiooni elektrikuluga (kas koos kalorifeeridega või mitte)
 - Küttenergia kulu osas ca 20 % võib tulla kõrgemast siseõhutemperatuurist

ETA kvaliteet renoveeritud korterelamute näitel

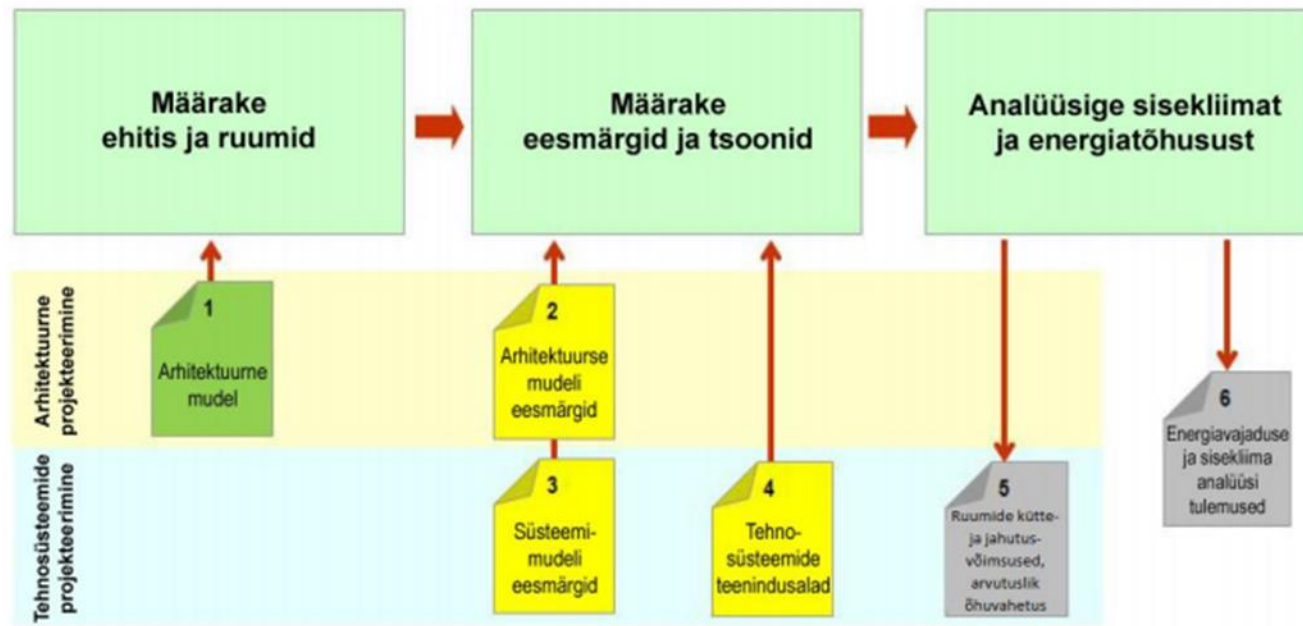


Energiatõhususe mudeli alus

- Juhendi järgi peab mudel tuginema arhitektuursele mudelile
- Tekkivad küsimused:
 - Milline on arhitektuure mudeli detailsus
 - Kas ja kuidas ühtlustada mudeli ehitamist nii, et energia simulatsiooniprogrammid suudaksid infot lugeda
 - Kas IFC kujul on võimalik info olemasolu kontrollida
 - Kas energiatõhususe spetsialist suudab oma kutseoskustest tulenevalt defineerida arhitektile millist mudelit ta soovib
 - Kas platvormile tugineva 3D tarkvarast saab infot otse IFC-na kätte simulatsiooni tarkvarasse

Energiatõhususe mudeli nõuded BIM-is

- Energiaanalüüsi protsess ning sellega kaasnevad andmevahetusvajadused ja –nõuded (COBIM2012)



= Nõutav on mudelipõhine (IFC) andmevahetus

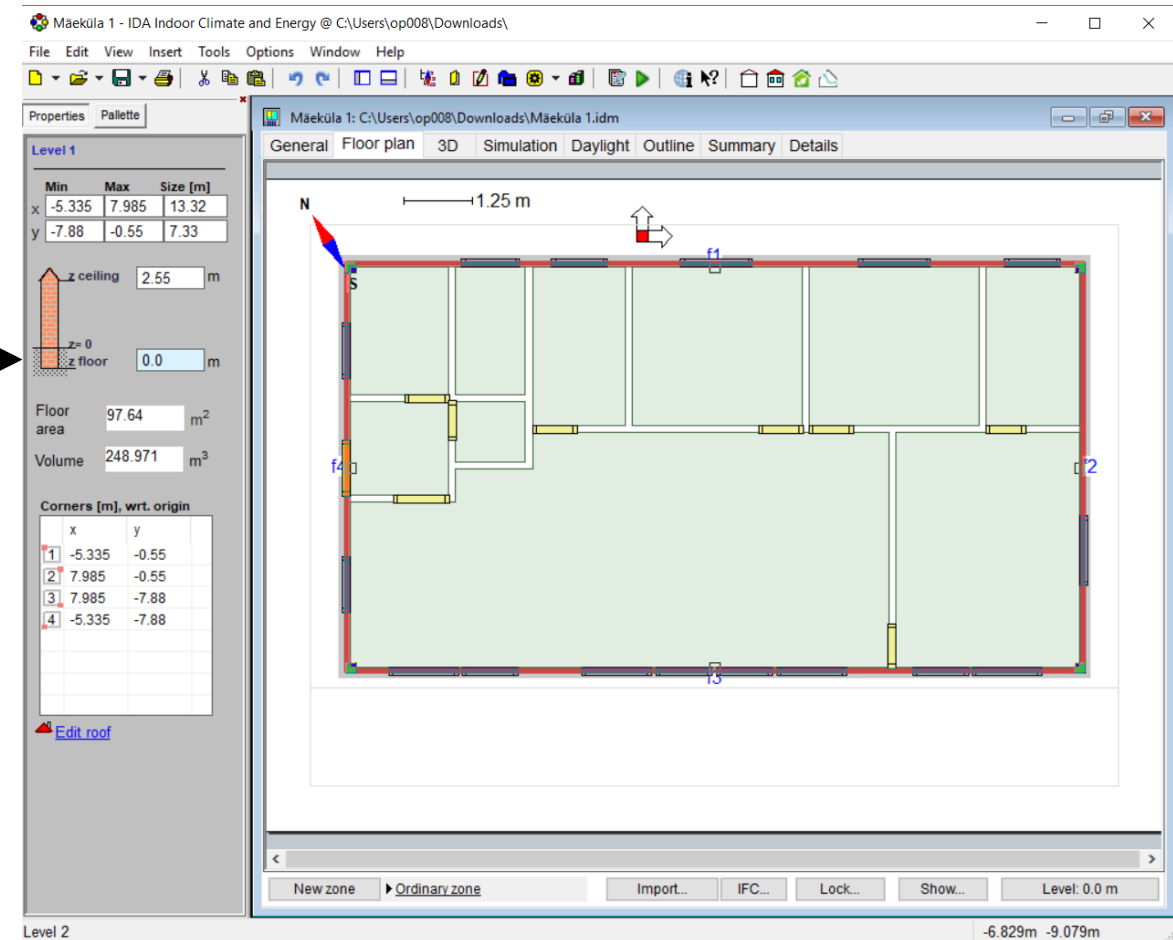
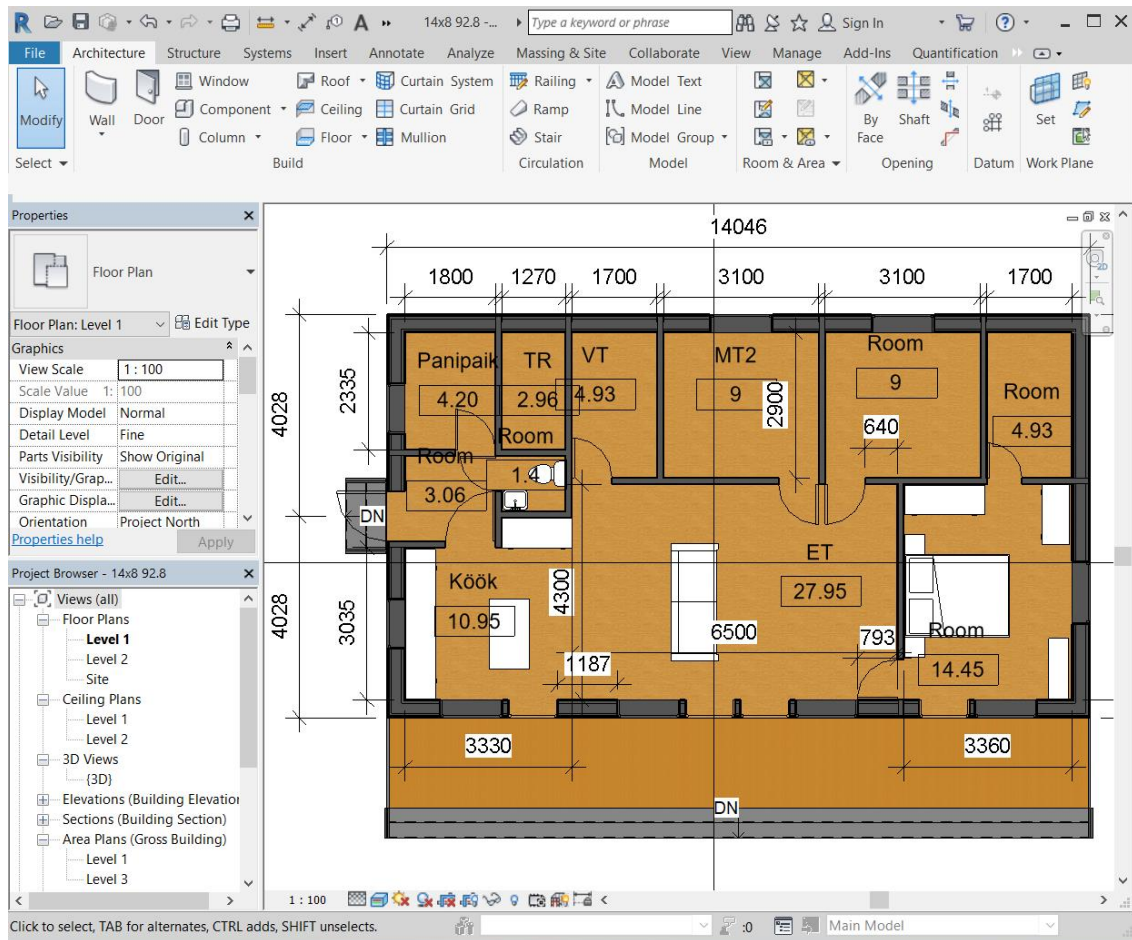


= Mudelipõhine andmevahetus on soovitatav, nõutav on dokumendipõhisus



= Mudelipõhine andmevahetus on soovitatav, nõuded puuduvad

Arhitektuurne mudel energiatõhususe modelleerimise tarkvarasse



Täna tähelepanu eest!

Koostöös kvaliteetsemate ja usaldusväärsemate energiamärgiste
suunas, igaühe panus loeb!

Anti Hamburg