

Uued kontseptsioonid ja
põhimõtted seoses hoonete
energiatõhususe nõuetega
EHITUSKESKUS 29.11.2012

Jarek Kurnitski

Professor, Tallinna Tehnikaülikool



Mis muutub?

- Energiatõhususe mõisted
- Madal- ja liginullenergiahooned
- Kuluoptimaalsed miinimumnõuded
- Ventilatsiooni ja ruumitemperatuuri nõuded
- Elektri kaalumistegur 1,5 → 2,0

- Metoodika edasiarendused
 - Lokaalse taastuenergia arvutus
 - Standardkasutuse ja energiaarvutuse lihtsustamine ruumipõhisest hoonepõhiseks
 - Elamute ventilatsiooni õhuhulkade vähendamine
 - Lihtsustatud tõendamisele oma vorm

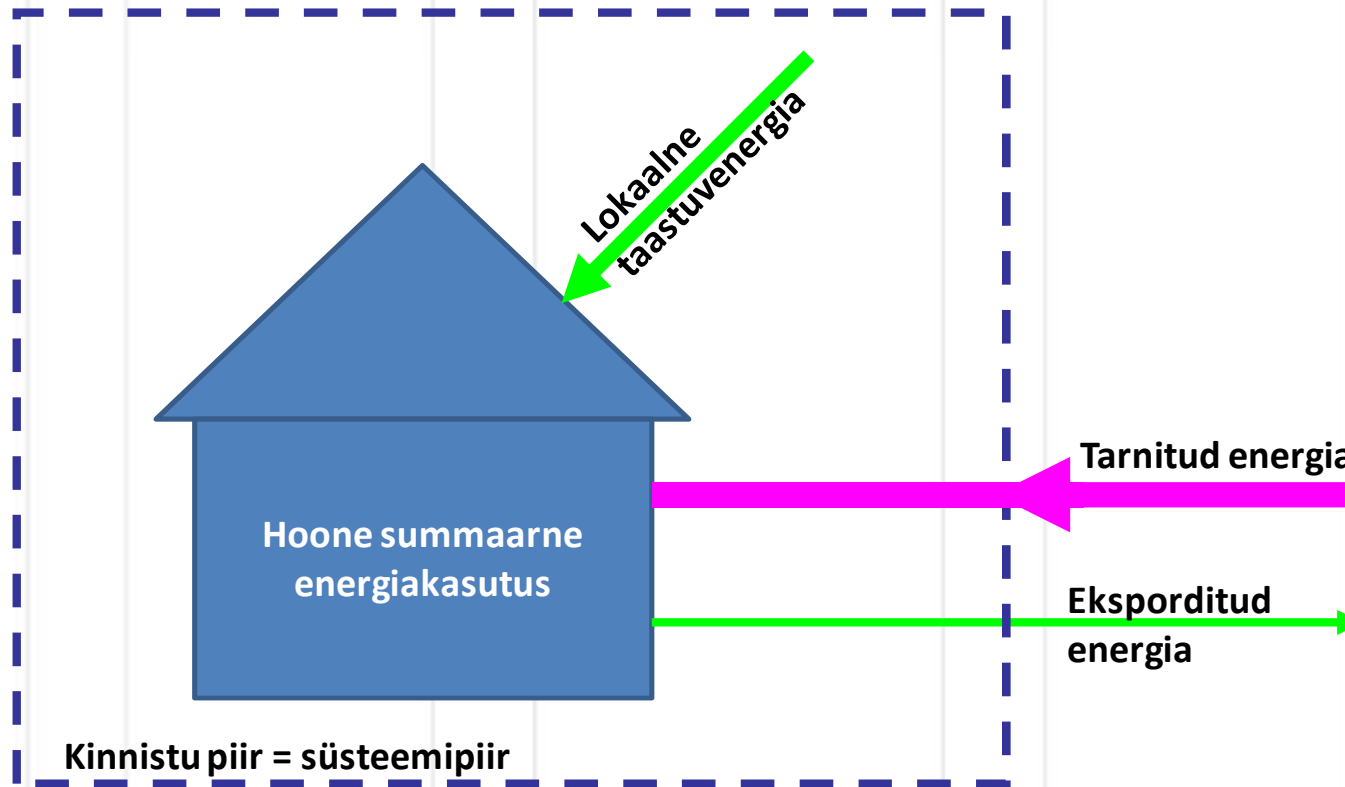


Nõuded ja metoodika eraldi määrustes

- **VV nr 68: Energiatõhususe miinimumnõuded**
- **MKM nr 63: Hoonete energiatõhususe arvutamise metoodika**
- Määrused jõustuvad 09.01.2013



Energiatõhususe põhimõisted



Ühe energiakandja puhul:

Tarnitud – eksporditud energia = summaarne energiakasutus – lokaalne taastuv

Energiatõhususarv ETA, i – energiakandja (elekter, kütus, kaugküte) kWh/(m² a):

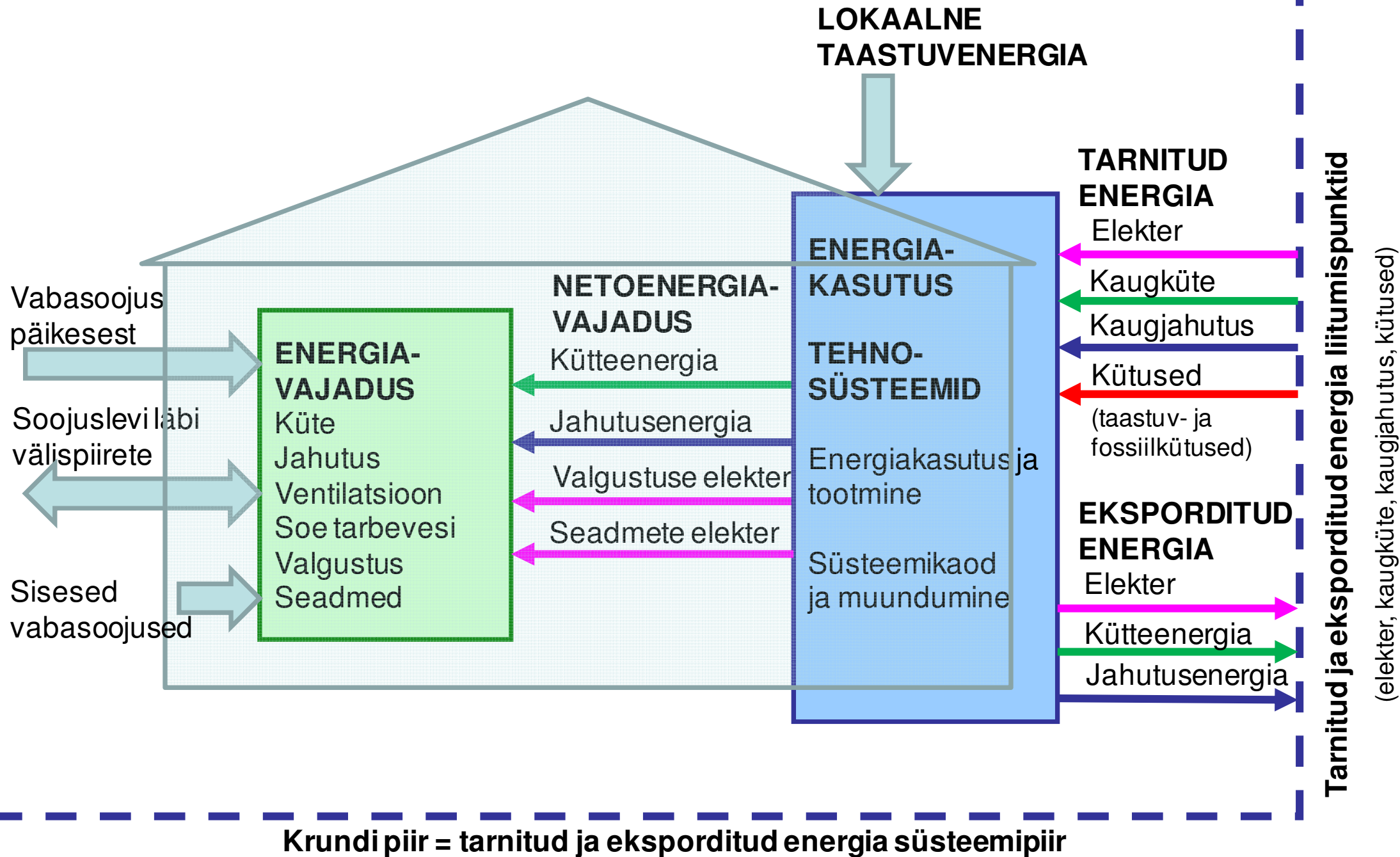
$$ETA = \frac{\sum_i (\text{tarnitud}_i - \text{eksporditud}_i) \times \text{energiakandja kaalumistegur}_i}{\text{kõetav pind}}$$



Süsteemiipiirid ja energi arvutuse etapid

- Netoenergiavajaduste arvutus (sobib enamuse simulatsiooniprogrammidest)
- Energiakasutuse arvutus ehk tehnosüsteemide arvutus, võib arvutada vastavalt metoodika määrusele:
 - Käsitsi määruse tabeliarvude ja valemitega
 - Simulatsiooniarvutuse tulemusi järelkäsitledes nt. Excelis vastavalt standardite detailsele süsteemiarvutusmetoodikale ja määruse põhimõtetele
 - Osad simulatsiooniprogrammid võimaldavad ka süsteemiarvutust
 - Määrus lubab kasutada tootja andmeid, eeldades, et need on antud vastavalt standarditele (tootja andmete puudumise korral tabeliarvud)
- Energiatõhususarvu arvutamine tarnitud ja eksporditud energiast määruse kaalumisteguritega

Detailne süsteemipiir





Liginullenergiahooned Eestis

- Defineeritud ja nõuded toodud VV määruses nr 68 (30.08.2012, jõustub 09.01.2013) **Energiatõhususe miinimumnõuded**
- Liginullenergiahoonete ehitamine ei ole kohustuslik, kuid selleks, et nimetada hoonet liginullenergiahooneks tuleb täita VV määruse nr 68 nõue – **energiatõhususarvu piirväärtus**

Energiatõhususarvude piirväärtused ehitatavatele ja oluliselt rekonstrueeritavatele hoonetele

Hoone kasutusotstarve	Liginullenergia- hoone kWh/(m ² a)	Madalenergia- hoone kWh/(m ² a)	Miinum- nõue kWh/(m ² a)	Oluline rekonstrueerimine kWh/(m ² a)
Väikeelamutes	50	120	160	210
Korterelamutes	100	120	150	180
Büroohoonetes, raamatukogudes ja teadushoonetes	100	130	160	210
Ärihoonetes	130	160	210	270
Avalikes hoonetes	120	150	200	250
Kaubandushoonetes ja terminalides	130	160	230	280
Haridushoonetes	90	120	160	200
Koolieelsetes lasteasutustes	100	140	190	240
Tervishoiuhoonetes	270	300	380	460



Energiatõhususarv ETA

- Hoonete energiatõhusust kirjeldab summaarne kaalutud energiakasutus, mida väljendatakse energiatõhususarvuna ning millele on kehtestatud miinimumnõuded
- 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 standardkasutusel
- ETA ja KEK: energiatõhususarv on arvutuslik, energiamärgise kaalutud energiakasutus on sama tähendusega, kuid põhineb mõõdetud energiakasutusel



Energiatõhususarv ETA

- Energiatõhususarvu arvutus meenutab energiakulude arvutust eurodes selle erinevusega, et energia hinna asemel kasutatakse suhtelisi energikandjate kaalumistegureid
- Kaalumisteguri mõju elektri näitel

	Kaalumistegur 2,0	Kaalumistegur 1,5
ETA	120 kWh/(m ² a)	120 kWh/(m ² a)
Köetav pind	150 m ²	150 m ²
Elektrienergia	$120/2,0 * 150 = 9\ 000$ kWh	$120/1,5 * 150 = 12\ 000$ kWh
0,12 €/kWh	1080 €/a	1 440 €/a

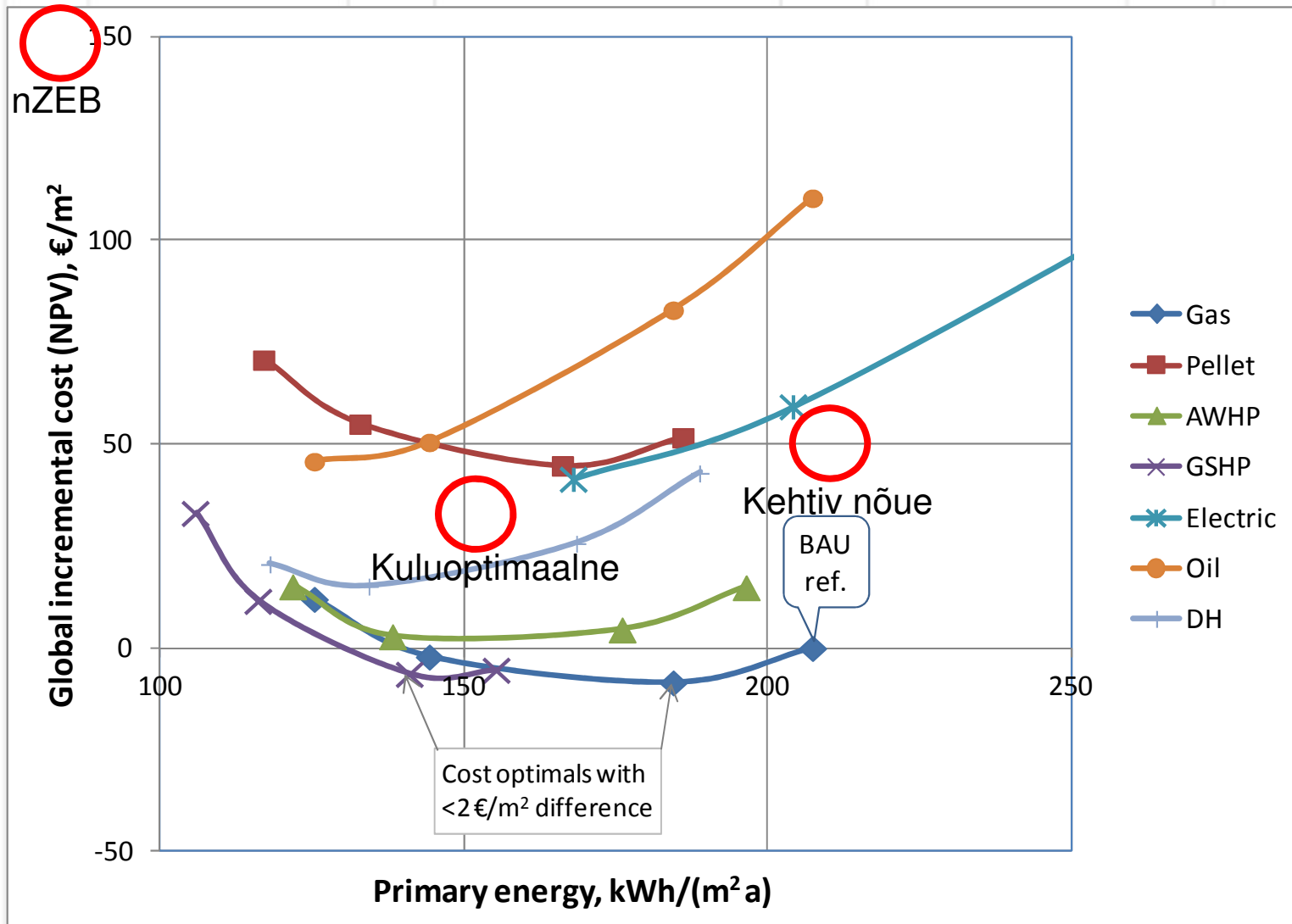


Liginull = energiaefektiivsus + lokaalne taastuv

- **Liginullenergiahoone** on parima võimaliku ehituspraktika kohaselt energiatõhusus- ja taastuvenergiatehnoloogiate lahendustega tehniliselt mõistlikult ehitatud hoone, mille energiatõhusarv on suurem kui 0 kWh/(m² a), kuid mitte suurem kui VV määruses nr 68 sätestatud piirväärtus
- **Madalenergiahoone** on parima võimaliku ehituspraktika kohaselt energiatõhusus- ja taastuvenergiatehnoloogiate lahendustega tehniliselt mõistlikult ehitatud hoone, **mille puhul ei eeldata lokaalset elektri tootmist taastuvenergiaallikast**
- **Kuluoptimaalse energiatõhususega hoone (miinimumnõue)** – hoone, mille energiatõhususarvu piirväärtus tagab minimaalsed elutsükli kogukulud, mis moodustuvad ehitusmaksumusest ning iga-aastastest energia-, hooldus ja käituskuludest (arvestuslikult elamutele 30 aasta ja mitteelamutele 20 aasta elutsükli nüüdisväärtuse investeerimisarvutusena)

Väikemaja kuluoptimaalne tase

3% intress ja 2% eskalatsioon (Kurnitski et al. Energy and Buildings 43 (2011))



AWHP – air to water heat pump, GSHP – ground source heat pump, DH – district heating

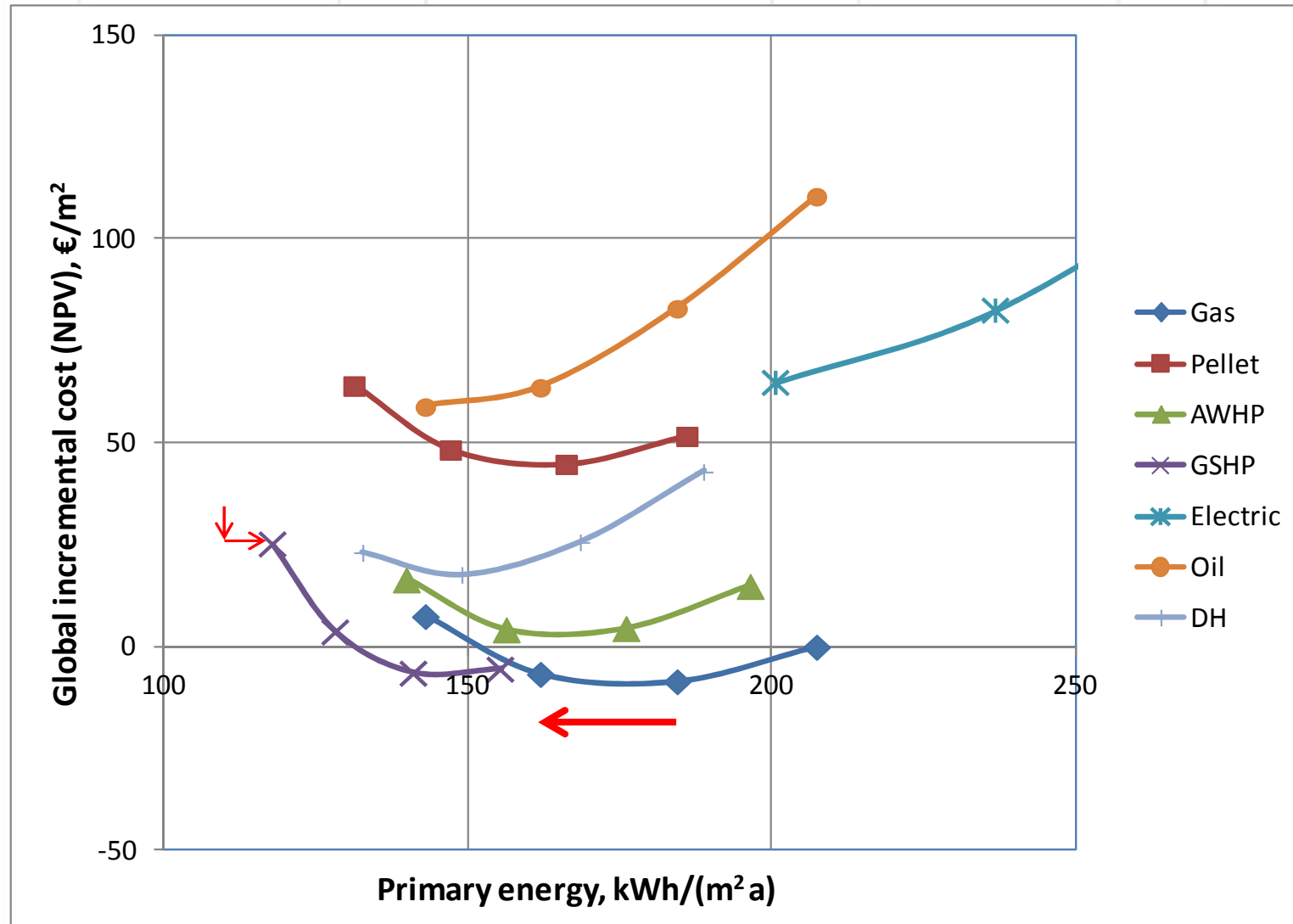
Ilma PV-ta, 4 soojustuse taset vasakult paremale: 0,42, 0,58, 0,76 ja 0,96 H/A

H/A 0,42 ja 0,58 arvutatud päikesekollektoritega

nZEB +239 €/m² ehitusmaksumus (ETA=40), ilma PV-ta +93 €/m² (ETA=80)



Väikemaja ilma päikesekollektoriteta



Eeloptimeeritud välispiirded – väikemaja

	Construction concepts			
	<u>DH 0.42</u> “Nearly zero”	<u>DH 0.58</u>	<u>DH 0.76</u>	<u>DH 0.96</u> “BAU”
Specific heat loss coefficient H/A, W/(K m²)	0.42	0.58	0.76	0.96
External wall 170 m²	20cm LECA block, plaster + 35cm EPS-insulation U 0.1 W/m ² K	20cm LECA block, plaster + 25cm EPS-insulation U 0.14 W/m ² K	20cm LECA block, plaster + 20cm EPS-insulation U 0.17 W/m ² K	20cm LECA block, plaster + 15cm EPS-insulation U 0.23 W/m ² K
Roof 93 m²	Wooden beams, metal sheet, 80cm min.wool insulation, concrete slab U 0.06 W/m ² K	Wooden beams, metal sheet, 50cm min.wool insulation, concrete slab U 0.09 W/m ² K	Wooden beams, metal sheet, 32cm min.wool insulation, concrete slab U 0.14 W/m ² K	Wooden beams, metal sheet, 25cm min.wool insulation, concrete slab U 0.18 W/m ² K
Ground floor 93 m²	Concrete slab on ground, 70cm EPS insulation U 0.06 W/m ² K	Concrete slab on ground, 45cm EPS insulation U 0.09 W/m ² K	Concrete slab on ground, 25cm EPS insulation U 0.14 W/m ² K	Concrete slab on ground, 18cm EPS insulation U 0.18 W/m ² K
Leakage rate q₅₀, m³/(h m²)	0.6	1.0	1.5	3.0
Windows 48 m² U-value glazing/frame/total	4mm-16mmAr-SN4mm- 16mmAr-SN4mm Insulated frame 0.6/0.7 W/m ² K 0.7 W/m ² K	4mm-16mmAr-4mm- 16mmAr-SN4mm Insulated frame 0.8/0.8 W/m ² K 0.8 W/m ² K	4mm-16mm-4mm- 16mmAr-SN4mm 1.0/1.3 W/m ² K 1.1 W/m ² K	4mm-16mmAr- SN4mm Common frame 1,1/1,4 W/m ² K 1,2 W/m ² K
g-value	0.46	0.5	0.55	0.63

- Soojuserikadu H/A sisaldab soojusjuhtivuskaod ja infiltratsiooni soojuskaod läbi välispiirete ning arvutatakse köetava pinna m² kohta
- Soojustuse tasemed passiivmaja soojustusest “Nearly zero” tavapraktikani “BAU”
- Eeloptimeerimine: kõige majanduslikum U-arvude kombinatsioon antud H/A saavutamiseks

	<u>DH 0.42</u> “Nearly zero”	<u>DH 0.58</u>	<u>DH 0.76</u>	<u>DH 0.96</u> “BAU”
Ventilation rate l/s, specific fan power SFP, temperature efficiency AHU HR	80 l/s, SFP 1.5 kW/(m ³ /s), AHU HR 85%	80 l/s, SFP 1.7 kW/(m ³ /s), AHU HR 80%	80 l/s, SFP 2.0 kW/(m ³ /s), AHU HR 80%	80 l/s, SFP 2.0 kW/(m ³ /s), AHU HR 80%
Heating capacity, kW	5	6	8	9
Cooling capacity, kW	5	5	5	8
	Net energy need kWh/(m² a)			
Space heating	22.2	36.8	55.1	71.5
Supply air heating in AHU	4.1	5.7	5.7	5.7
Domestic hot water	29.3	29.3	29.3	29.3
Cooling	13.6	11.1	9.2	15.0
Fans and pumps	7.9	8.8	10.0	10.0
Lighting	7.3	7.3	7.3	7.3
Appliances	18.8	18.8	18.8	18.8
Total net energy need	103.2	117.8	135.5	157.7



Kuluoptimaalne väikemaja

- **Väikemajadele kaks kuluoptimaalset punkti:**
 - Maasoojuspumbaga $ETA=140$ ja gaasiküttel $ETA=160$ (nüüdisväärtuse erinevus $< 2 \text{ €/m}^2$)
 - Gaasiküttel on kuluoptimaalne parandada soojustust ühe sammu võrra ($H/A=0,58$) ja loobuda päikesekollektoritest, mis viis kuluoptimaalse 160-ni (päikesekollektoritega 185)
- **Kuluoptimaalsuse põhikomponendid**
 - Hea soojustagastus ($\geq 80\%$)
 - Hästi soojustatud ja õhupidavad välispiirded ($H/A=0,58$ ja $q_{50}=1$ enamikel juhtudel)
 - Vesikeskküte ja efektiivsed soojusallikad (soojuspumbad, gaas, kaugküte)
 - Taastuvenergialahendustest efektiivsed soojuspumbad, päikesekollektorid osade küttesüsteemide puhul (ei andnud kuluoptimaalset tulemust)
- **Kuluoptimaalsusse ei mahtunud (kuid vajalik liginulli jaoks):**
 - Päikesekollektorid
 - Passiivmaja soojustus $H/A=0,4$
 - Päikese-elekter PV

Mida kuluoptimaalne ehituses tähendab?



Välispiirded:

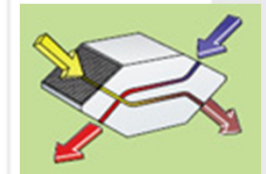
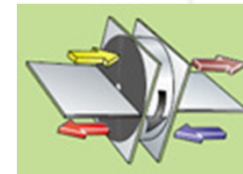
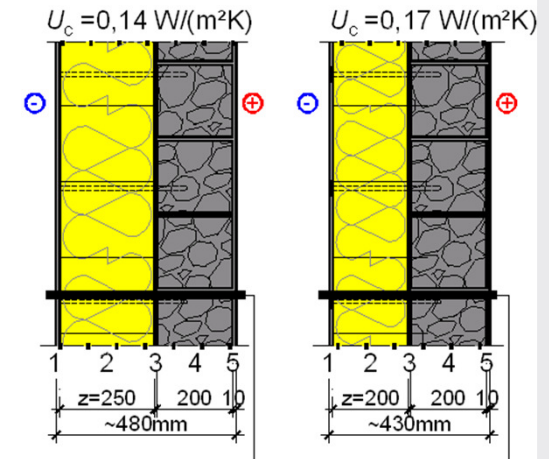
- Välissein $U=0.14...0.17$ (väike/suur maja)
- Aken $U=0.8$
- Katuslagi ja põrand $U=0.09...0.14$

Tehnosüsteemid:

- Ventilatsiooni erivõimsus $SFP=1.7...2.0$
- Soojustagastus $\approx 80\%$ (võimalik ka väljatõmbeõhusoojuspumbaga/ventilatsiooniradiaatorid)
- Efektiivne valgustus <12 W/m^2
- Vesikeskküte (elekterküte välistatud)
- Vabajahutuskontuuriga jahutus

Arhitektuur:

- Mõistlik kompaktsus
- Päikesevarjestus
- Mõistliku suurusega klaasipinnad ("klaaskast" nõuab topelfassaadi)





Ventilatsioon ja ruumitemperatuurid § 10

- Ventilatsiooni välisõhuhulgale ja energiaarvutuses kasutatavate ruumitemperatuuride seadetele kehtivad järgmised nõuded:

Hoone kasutusotstarve	Välisõhuhulk l/(s m ²)	Kütmise seade °C	Jahutuse seade °C
Väikeelamutes	0,42	21	27
Korterelamutes	0,5	21	27
Büroohoonetes, teenindushoonetes ja raamatukogudes	2	21	25
Kaubandushoonetes ja terminalides	2	18	25
Ärihoonetes va. kaubandushoonetes ja teenindushoonetes	1,5	21	25
Avalikes hoonetes va. spordihoonetes ja raamatukogudes	2	21	25
Spordihoonetes va. siseujulates	2	18	25
Siseujulates	2	22	25
Haridus ja teadushoonetes	3	21	25
Tervishoiuhoonetes	4	22	25

- Korterelamutes korteripõhise juhtimise korral 0,42 l/(s m²)
- Nõudluspõhise ventilatsiooni korral võib kasutada väiksemaid õhuhulkasid/1000 ppm
- Suvised ruumitemperatuuri nõue 100/150°C jahutuse seade ületamise järgi (ei ole muutunud, väikeelamutele lihtsustatud tõendamine)



Nõuded arvutustarkvarale § 17

- (1) Energiaarvutuseks kasutataval arvutustarkvaral peavad olema järgmised omadused:
 - 1) hoone soojuslevi dünaamiline arvutus;
 - 2) kliimaprotsessor, millesse on võimalik lugeda Eesti energiaarvutuse baasaastat selle originaaldetailsusega ja mis arvutab tundide lõikes päikesekiirguse pindadele ja varju jäävad alad;
 - 3) ventilatsioonisüsteemi soojustagastuse modelleerimise võimalikkus;
 - 4) tõeliste ruumitemperatuuride kasutamine arvutuses;
 - 5) võimalus sisestada energiaarvutuse lähteandmeid vastavalt ehitusseaduse § 3 lõige 7³ alusel vastu võetud hoonete energiatõhususe arvutamise meetodikale;
 - 6) arvutustarkvara peab olema valideeritud vastavalt asjakohasele standardile.
- (2) Energiaarvutuseks võib kasutada kõiki eelnevatele nõuetele vastavaid arvutustarkvarasid, millele arvutuse sooritajal on kehtiv litsents.
- (3) Ilma jahutussüsteemita elamute energiaarvutuse võib sooritada ka lihtsustatud, kuude kaupa või kraadpäevade järgi arvutava, tarkvaraga.



Väikeelamute lihtsustatud tõendamine

- Hoone välispiirete **summaarse soojuserikao piirväärtused** köetava pinna ruutmeetri kohta:
 - kui hoone küttesüsteemi ja sooja tarbevee süsteemi peamine energiaallikas on maasoojuspump – $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 - õhk-vesi soojuspump – $0,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 - puidupelletikütusel katel – $0,75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 - kaugküte – $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 - gaaskütusel kondensaatkatel – $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.
- Palkmajade puhul (vähemalt 180 mm läbimõõduga soojustamata palk), võib soojuserikadu rakendada koefitsiendiga 1,2
- Ventilatsioonisüsteemid peavad olema varustatud soojustagastusega, mille temperatuuri suhtarv on vähemalt 0,8
- Maksimaalne lubatav ventilatsioonisüsteemi ventilaatori erivõimsus on $2,0 \text{ W}/(\text{l/s})$

Väikeelamu lihtsustatud energiatõhususarvu piirväärtuse tõendamise vorm



Andmed hoone kohta											
Address							<input type="checkbox"/> Uusehitus <input type="checkbox"/> Oluline rekonstrueerimine <input type="checkbox"/> Rekonstrueerimine <input type="checkbox"/> Olemasolev hoone				
Ehitusaasta											
Kõetav pind	0,0	m ²									
Netopind	0,0	m ²									
Peamine soojusallikas ruumide kütteks											
Ventilatsioonisüsteemi välisõhu vooluhulk (l/s)											
Ventilatsioonisüsteemi soojustagastuse temperatuuri suhtarv							0,0				
Ventilatsioonisüsteemi ventilaatori erivõimsus, W/(l/s)							0,0				
Soojuskaod läbi piirdetarindite				Soojuskaod läbi külmasildade				Soojuskaod läbi õhulekkekohtade			
Piirdetarind	g - W/(m ² ·K)	$U_{i,i}$ W/(m ² ·K)	$A_{i,i}$ m ²	$H_{i,i,ruum}$ W/K	Külmasild	Ψ_i W/(m·K)	l_i m	$H_{i,i,külmasild}$ W/K	Omadus	Suurus	
Välissein 1	0,00	1,0	0,0	0,0	Välissein-välissein 1	0,00	0,0	0,0	Õhulekke-arv q_{50} , m ³ /(h·m ²)	0,0	
Välissein 2	0,00	0,0	0,0	0,0	Välissein-välissein 2	0,00	0,0	0,0			
Katuslagi	0,00	0,0	0,0	0,0	Katuslagi-välissein	0,00	0,0	0,0	A_{vp} (välispiirded), m ²	1,0	
Pööningu vahelaqi	0,00	0,0	0,0	0,0	Pööningu vahelaqi-välissein	0,00	0,0	0,0	Korruste arv (täisarv)	0,0	
Põrand pinnasel	0,00	0,0	0,0	0,0	Põrand pinnasel-välissein	0,00	0,0	0,0	\dot{V}_{inf} , m ³ /s	0,0000	
Põrand välisõhu kohal	0,00	0,0	0,0	0,0	Põrand välisõhu kohal-välissein	0,00	0,0	0,0			
Välisuks	0,00	0,0	0,0	0,0	Akna seinakinnitus	0,00	0,0	0,0			
Aken 1	0,00	0,00	0,0	0,0	Ukse seinakinnitus	0,00	0,0	0,0			
Aken 2	0,00	0,00	0,0	0,0	Sisesein-välissein	0,00	0,0	0,0			
Aken 3	0,00	0,00	0,0	0,0	...	0,00	0,0	0,0			
...	0,00	0,0	0,0	0,0	...	0,00	0,0	0,0			
...	0,00	0,0	0,0	0,0	...	0,00	0,0	0,0			
...	0,00	0,0	0,0	0,0	...	0,00	0,0	0,0			
Kokku:	$H_{juhtivus}$ W/K			0,0	$H_{külmasild}$ W/K			0,0	$H_{õhuleke}$ W/K		0,0
Välispiirete summaarne soojuserikadu	ΣH , W/K								0,0		
Välispiirete keskmine soojusläbivus	$\Sigma H / A_{vp}$								0,0		
Hoone kõetav pind	$A_{kõetav}$, m ²								1,0		
Välispiirete summaarne soojuserikadu kõetava pinna kohta	$\Sigma H / A_{kõetav}$ W/(m ² ·K)								0,00		
Kuupäev	Nimi						Allikri				



Nõuded suvisele ruumitemperatuurile

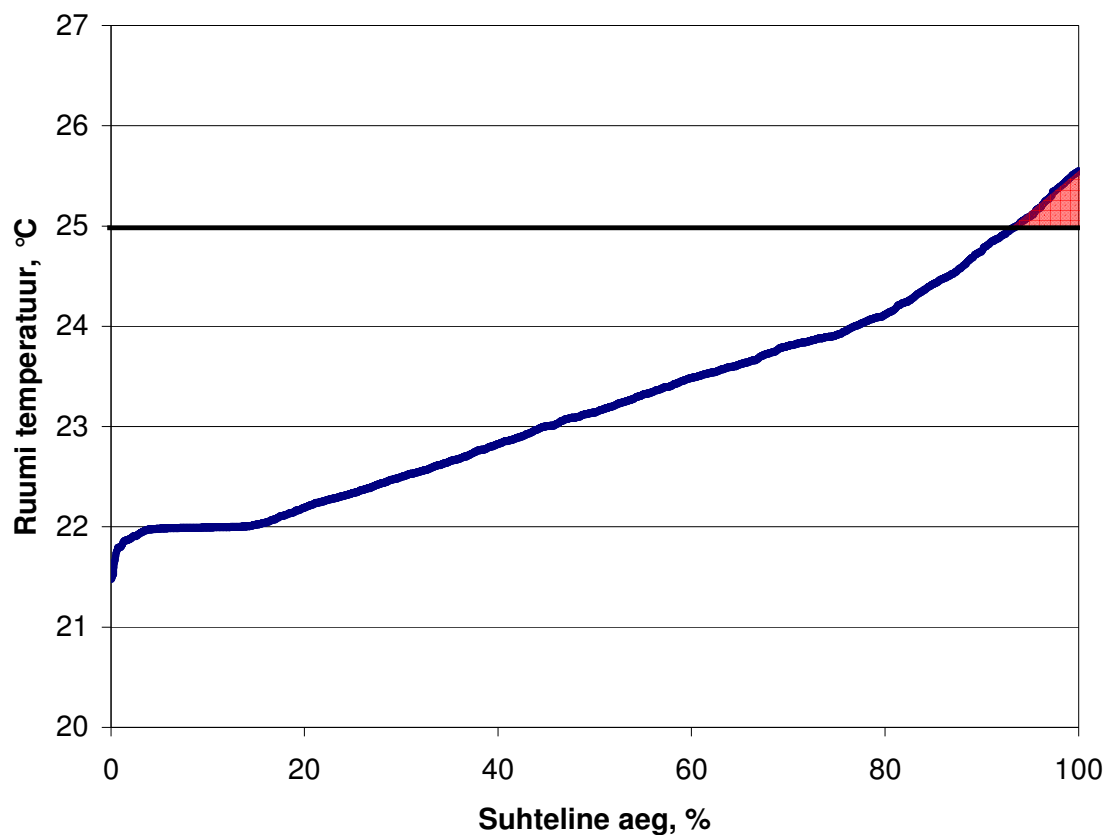
- Ruumitemperatuur ei tohi ületada jahutuse temperatuuriseadet elamutes rohkem kui 150 kraadtundi ($^{\circ}\text{Ch}$) ja mitteelamutes rohkem kui 100 $^{\circ}\text{Ch}$ võrra ajavahemikul 1. juunist 31. augustini
 - Koolidele ajavahemik 01.05 – 15.06 ja 15.08 – 30.09 ning eeldatakse, et ajavahemikul 15.06 -- 15.08 on hooned suletud.
 - Jahutusperiood võib olla osas hoonetes eelnimetatud ajavahemikust pikem, kuid seda ei võeta arvesse suvise temperatuuri nõude kontrollimisel. Jahutuse netoenergiavajadus ja jahutussüsteemi energiakasutus arvutatakse kogu jahutusperioodile
 - Kui hoonesse projekteeritakse ja ehitatakse jahutussüsteem, ei ole vaja teha suvise ruumitemperatuuri arvutust
- Tõendamine teostatakse tüüpruumide simulatsioonarvutuse abil nendes mitteelamutes, milles ei ole jahutussüsteemi
 - Juhised metoodika määruses



Suvised ruumitemperatuuri tõendamine elamutes

- Elamu suvised ruumitemperatuuri tõendamise võib teostada tüüpruumide simulatsioonarvutusega või kasutades selleks otstarbeks välja töötatud lihtsustatud abimaterjale, näiteks graafikuid.
- Väikeelamud on suvised ruumitemperatuuri tõendamise simulatsioonarvutusest vabastatud järgmiste tingimuste samaaegsel täitmisel:
 - lääne- ja lõunapoolsete välisseinte üle ühe ruutmeetri suurustel aknapindadel kasutatakse päikesekaitseklaase päikesefaktoriga $g \leq 0,4$ või muid vastavatoimelisi lahendusi;
 - elu- ja magamistubade lääne- ja lõunapoolsete akende klaasiosa pind on maksimaalselt 30% ruumi lääne- ja lõunapoolsete välisseinte pinnast;
 - elu- ja magamistubades on avatavate akende pind vähemalt 5% nende ruumide põrandapinnast.

Suvised ruumitemperatuuri kontrolli tulemuste esitamine



Suvised temperatuuride kontrolli vabastus väikemajades

Ruum

Põrandapind

Välisseinte pind

m²

m²

	Aken Klaasiosa pind m ²	Ilmakaar	Päikese-faktor g, -
1			
2			
...			
Summa		-	-

Akende klaasiosa pinna ja väliseinte pinna suhe

Avatavate akende pinna ja põrandapinna suhe



Arvutusmetoodika sisaldab

- Lähteandmed ja standardkasutus – olulised täpsustused
- Netoenergiavajaduste ja suviste ruumitemperatuuride arvutus – soojuskaod, külmasillad ja infiltratsioon
- Küttesüsteemid
- Ventilatsioonisüsteemid
- Jahutussüsteem – oluliselt täiendatud, nt. võimalus kasutada SEER ja ESEER jahutustegureid
- Lokaalse taastuvenergia süsteemid – uus
- Nõuded energiaarvutuse tulemuste esitamisele



Lihtsustatud hoonepõhine standardkasutus

Hoone kasutusotstarve	Kasutusaeg			Kasutus- aste, -	Valgustus ^a W/m ²	Seadmed W/m ²	Inimesed ^b W/m ²	Inimesed m ² /inim.
	kellaaeg	h/24h	d/7d					
Väikeelamu	00:00-00:00	24	7	0,6	8 ^c	2,4 ^d	2	42,5
Korterelamu	00:00-00:00	24	7	0,6	8 ^c	3 ^d	3	28,3
Büroohoone ja raamatukogu	07:00-18:00	11	5	0,55	12	12	5	17,0
Kaubandushooned ja terminalid	07:00-21:00	14	7	0,55	20	1	5	17,0
Majutushoone (hotell)	00:00-00:00	16	7	0,5	9	2	4	21,3
Toitlustushoone (restoran)	12:00-22:00	10	7	0,4	20	4	14	6,1
Spordihoone	08:00-22:00	14	7	0,6	14	0	5	17,0
Koolimaja (va. võimla)	08:00-16:00	8	5	0,6 ^e	15	8	14	5,4
Koolieelne lasteasutus	07:00-19:00	12	5	0,4	15	4	20	3,8
Tervishoiuhoone	00:00-00:00	16	7	0,7	9	4	8	10,6

^a esitatud andmete puhul on eeldatud, et mitteamutes kasutatakse päevavalguslampe või vastava efektiivsusega muid valgusteid. Toodud soojuseraldused (ja elektritarbimine) sisaldavad nii päevavalguslambi nimivõimsuse kui ka starteri võimsuse, mis on ligikaudu 25% nimivõimsusest.

^b inimeste soojuseralduse väärtused sisaldavad ainult ilmse soojuse ja varjatud soojuse arvessevõtmiseks tuleb toodud väärtused jagada läbi teguri

^c elamute valgustuse kasutusaste on 0,1

^d elamute seadmete elektritarbimise saamiseks jagada soojuseraldus läbi teguriga 0,7

^e arvestuslikul koolivaheajal 15. juuni kuni 15. august kasutusaste on 0,1 ja ventilatsioon vastab kasutusaja välisele režiimile

- Kõik arvud on antud köetava pinna kohta
- Väiksemat valgustuse võimsust, kui tabelis, võib kasutada kui säilitatakse sama valgustihedus ja selle kohta esitatakse eraldi arvutus



Lihtsustatud sooja vee tarbimine

- Sooja tarbevee erikulu ja netoenergiavajadus köetava pinna ruutmeetri kohta

Hoone tüüp	Sooja vee erikulu l/(m ² a)	Netoenergiavajadus kWh/(m ² a)
Väikeelamu	430	25
Korterelamu	520	30
Büroohoone ja raamatukogu	100	6
Kaubandus- ja transpordihooned	65	4
Majutushoone (hotell)	520	30
Toitlustushoone (restoran)	400	23
Spordihoone	340	20
Koolimaja (va. võimla)	180	10
Lasteaed	460	27
Tervishoiuhoone	520	30

- Tarbevee soojendamise energiakasutus ja ETA komponent sõltuvad süsteemist, nt. maasoojuspumba ja päikesekollektori puhul võib olla energiakasutus ja ETA 5 korda väiksem kui elektri puhul



Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed

Arvutussoonide arv

Küttesüsteemi tüüp

-soojuse tootmine ja kütus

-soojuse jaotamine

Ventilatsioonisüsteemi tüüp

Jahutusüsteem (on/ei ole)

Piirdetarind	Soojuskaod läbi piirdetarindite				Soojuskaod läbi külmasildade			Soojuskaod läbi õhulekkekohtade		
	g - W/(m ² ·K)	U_{i1} W/(m ² ·K)	A_{i1} m ²	H_{juhtiv} W/K	Külmasild	Ψ_{i1} W/(m·K)	l_{j1} m	$H_{külmasild}$ W/K	Omadus	Suurus
Välissein 1	0,00	1,0	0,0	0,0	Välissein-välissein	0,00	0,0	0,0	Õhulekkearv q_{s0} , m ³ /(h·m ²)	0,0
Välissein 2	0,00	0,0	0,0	0,0	Välissein-välissein	0,00	0,0	0,0	A_{vp} (välispiirded), m ²	1,0
Katuslagi	0,00	0,0	0,0	0,0	Katuslagi-välissein	0,00	0,0	0,0	Korruste arv (täisarv)	0,0
Pööningu vahelag	0,00	0,0	0,0	0,0	Pööningu vahelag-välissein	0,00	0,0	0,0	\dot{V}_{int} , m ³ /s	0,0000
Põrand pinnasel	0,00	0,0	0,0	0,0	Põrand pinnasel-välissein	0,00	0,0	0,0		
Põrand välisõhu kohal	0,00	0,0	0,0	0,0	Põrand välisõhu kohal-välissein	0,00	0,0	0,0		
Välisüks	0,00	0,0	0,0	0,0	Akna seinakinnitus	0,00	0,0	0,0		
Aken (nt lõunasse)	0,00	0,00	0,0	0,0	Ukse seinakinnitus	0,00	0,0	0,0		
Aken (nt läände)	0,00	0,00	0,0	0,0	Sisesein-välissein	0,00	0,0	0,0		
Aken (nt itta)	0,00	0,00	0,0	0,0	...	0,00	0,0	0,0		
Aken (nt põhja)	0,00	0,00	0,0	0,0	...	0,00	0,0	0,0		
...	0,00	0,0	0,0	0,0	...	0,00	0,0	0,0		
...	0,00	0,0	0,0	0,0	...	0,00	0,0	0,0		
Kokku:	H_{juhtiv} , W/K	0,0			$H_{külmasild}$, W/K	0,0			$H_{õhulekke}$, W/K	0,0
Välispiirete summaarne soojuserikadu	ΣH , W/K			0,0				0,0		
Välispiirete keskmine soojusläbivus	$\Sigma H / A_{vp}$			0,0				0,0		
Hoone kätav pind	$A_{kätav}$, m ²			1,0				1,0		
Välispiirete summaarne soojuserikadu kätava pinnaga	$\Sigma H / A_{kätav}$, W/(m ² ·K)			0,00				0,00		

Ventilatsioonisüsteem	Röhitöste sissep./väljat.	Ventilaatori kasutegur sissep./väljat.	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagastus temperatuuri-suhte	väljaviske min. temp. ¹
	Pa / Pa	% / %	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)	%	°C
1 (nt vent. agregaat 1)	/	/	/			
2 (nt väljatõmbeventilaator 1)						
...						

¹ soojustagasti külmumise vältimine

Küttesüsteem	Soojusallika kasutegur	Jaotamise ja väljastamise kasutegur	Kütteperioodi ² keskmine	Abiseadmete ³ elekter
	-	kasutegur	-	soojustegur, kWh/(m ² a)
1 (nt ruumide kütte)				
2 (nt vent. seade)				
3 (nt soe vesi)				
...				

² esitatakse soojuspumpsüsteemide puhul

³ puudub, kui esitatakse soojuspumpsüsteemi koosseisus

Jahutusüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur
1 (nt tsentraalne)	
2 (nt SPLIT)	
...	

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-paneelide pindala, m ²	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimivõimsus, kW

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	%	d	h

Kuupäev	Nimi	Allikri



Tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta

Hoone kasutusotstarve		<input type="checkbox"/> Uusehitus
Aadress		<input type="checkbox"/> Oluline rekonstrueerimine
Ehitusaasta		<input type="checkbox"/> Rekonstrueerimine
Kõetav pind	m ²	<input type="checkbox"/> Olemasolev hoone
Netopind	m ²	

Energiaühikud (kWh/(m² a)) (kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)

Energiaühik	Hangitud kütused massi või kogus/a	Tamitud energia kWh/a	Tamitud energia kWh/(a m ²)	Eksporditud energia kWh/a	Eksporditud energia kWh/(a m ²)	Kaalumis- tegur	Kaalutud energiakasutus kWh/(a m ²)
-------------	--	-----------------------------	---	---------------------------------	---	--------------------	---

Elekter	-	-				2	
Kaugküte							
Kütus 1							
Kütus 2							
...							
Summa	-	-				-	

Summaame energiakasutus	Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)
-------------------------	------------------	-----------------	------------------------------------	-----------------------------------

Küttesüsteem	-	-	-	-
Ruumide küte				
Ventilatsiooniõhu soojendamine				
Tarbevee soojendamine				
Ventilatsioonisüsteem ¹		-		-
Jahutussüsteem				
Valgustus		-		-
Seadmed		-		-
Summa (tehnosüsteemide summaame energiakasutus)				

¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks

Lokaalne taastuv- ja eksporditud energia	Lokaalne taastuv kWh/a	Eksporditud kWh/(a m ²)	Eksporditud kWh/a	Eksporditud kWh/(a m ²)
--	---------------------------	--	----------------------	--

Soojusenergia päikesest				
Elekter päikesest				
...				

Netoenergiavajadus	kWh/a	kWh/(a m ²)
--------------------	-------	-------------------------

Ruumide küte ²		
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³		
Tarbevee soojendamine		
Jahutus		

² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis

³ arvatatud koos soojustagastusega

Energia vabasoojustest	kWh/a	kWh/(a m ²)
------------------------	-------	-------------------------

Päikesekiirgus		
Inimesed		
Valgustus		
Seadmed		

Tehnosüsteemide võimsused	Elekter kW	Soojus kW
---------------------------	---------------	--------------

Küttesüsteem		
Jahutussüsteem		

Arvutusprogrammi nimi ja versioon	
Arvutusprogrammi litsentsi number	



Eesti nõuded vs. muud maad: väikemaja

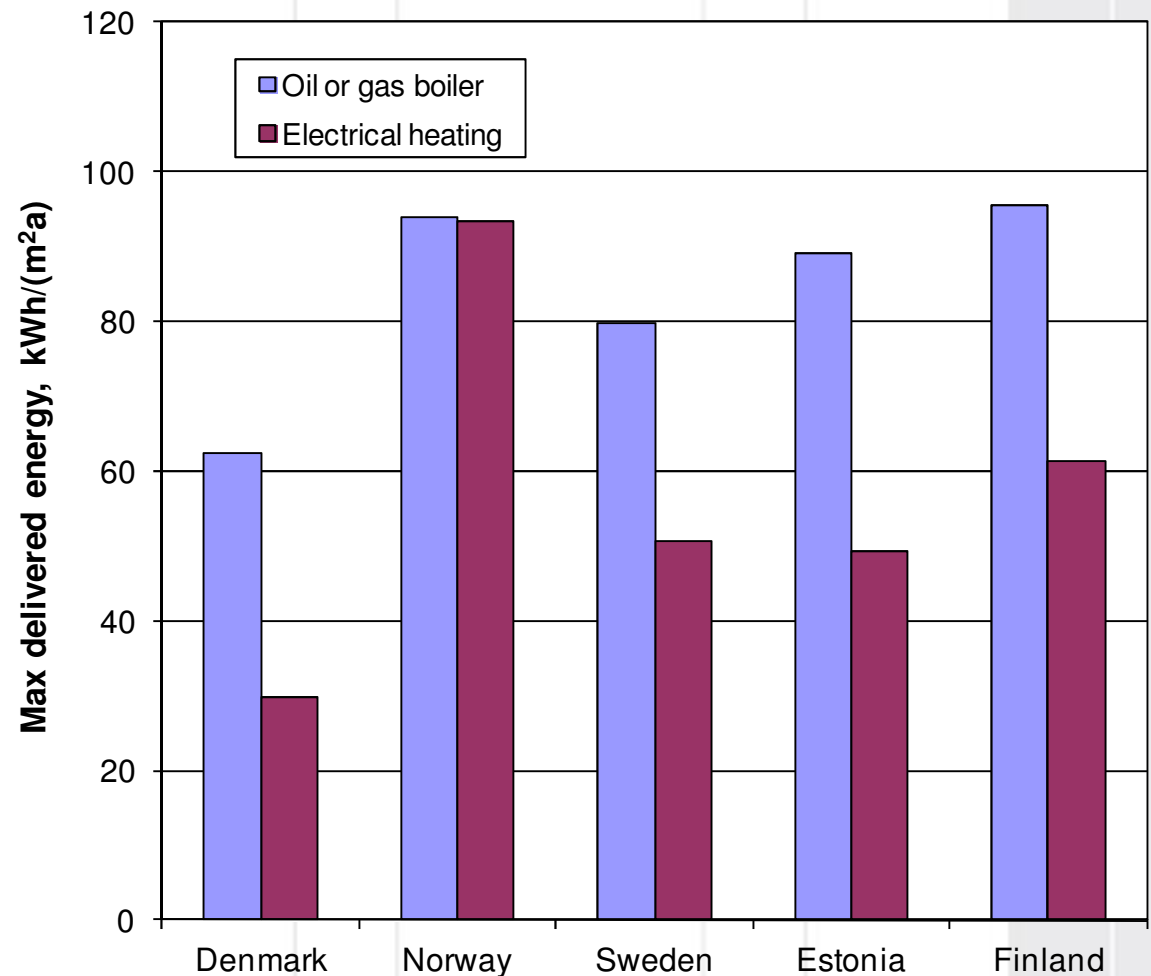
Requirements both for primary (DK, EST, FIN, D) and delivered (S, NOR) energy, the delivered energy can be compared

DK, S & D do not include household electricity, therefore this is reduced from the values of EST, NOR, FIN
150 m² house considered

Electricity use of 5 kWh/(m²a) for fans of ventilation and 3 kWh/(m²a) for circulation pumps of water based heating (0 kWh/(m²a) for electrical heating) is assumed

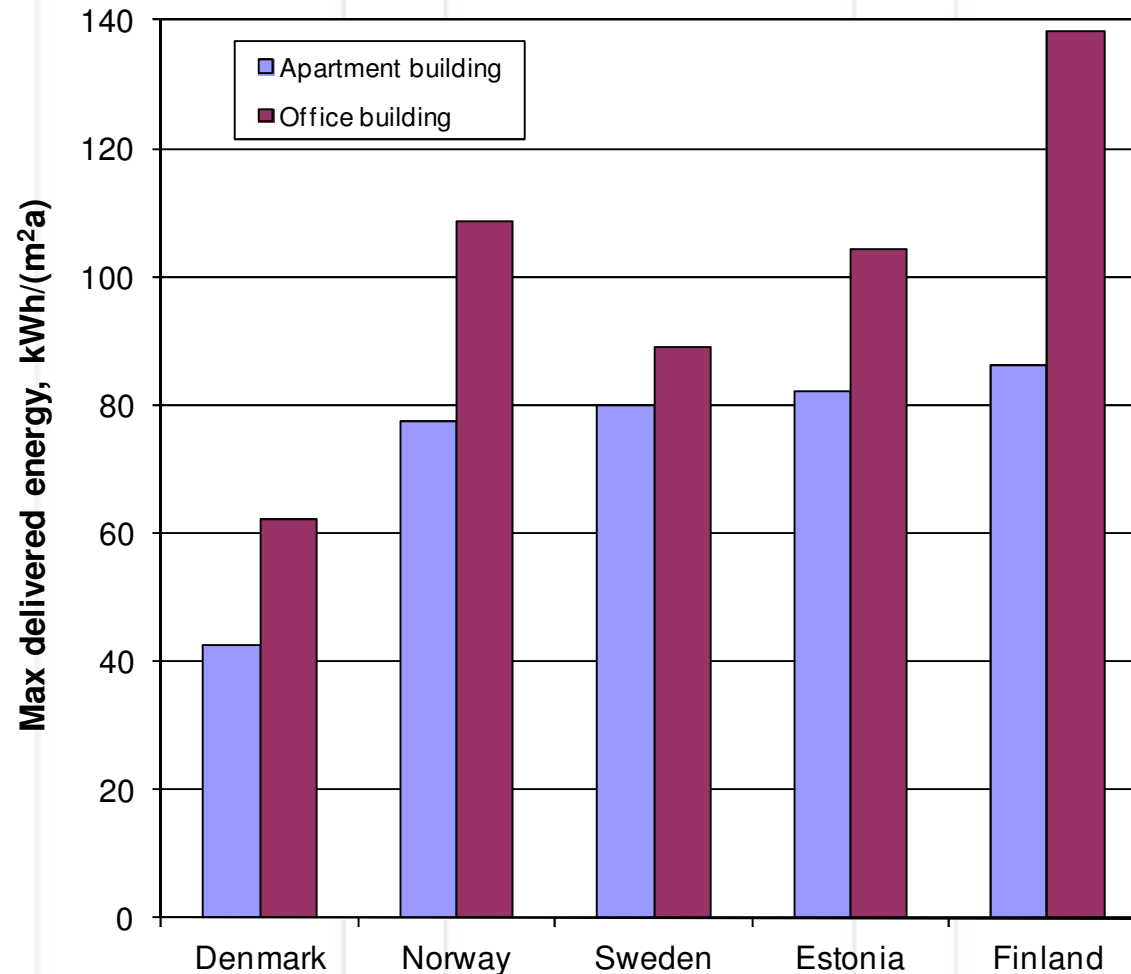
Degree-day correction (base 17°C) to Copenhagen, energy use for hot water heating 25 kWh/(m²a)

The figure shows maximum allowed **delivered energy without household electricity** (i.e. delivered energy to heating, hot water and ventilation systems) in each country for fossil fuel or electrical heating





Korterelamu ja büroohoone kaugkütteil



- Maximum allowed delivered energy for heating, hot water and ventilation systems in apartment buildings and for office buildings (lighting included) with district heating