

EKT seminar 25.08.2015

Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union
steep
Support & Training for an Excellent
Energy Efficiency Performance
EESTI
KAUBANDUS-
TÖÖSTUSKODA

2. Hoonete energiatõhususega seotud mõisted, piirmäärad ja õigusaktid

Jaanus Hallik
Building numerics OÜ | TÜ EETLabor

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Vältimaks energiat liigselt kulutavaid hooned on Eestis riiklikul tasemel, *Ehitusseadustiku*¹ alusel **kehtestatud miinimumnõuded** uute ja oluliselt rekonstrueeritavate hoonete energiatõhususele.

Kehtestatud nõuetega ei piirata vaid ruumide kütteks kuluvat energiat, vaid lisaks arvestatakse:

- tarbevee soojendamise energiakulu,
- ruumide jahutuse energiakulu
- olme- ja abiseadmete energiakulu,
- tehnosüsteemide kasutegureid.

Lisaks võetakse arvesse erinevate energiakandjate (puit, maagaas, elekter jne) keskkonnamõju.

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Energiatõhususe miinimumnõudeid peavad järgima:

- ◆ Väikeelamud
- ◆ Korterialamud (sh hoolekandeaustuste ja ühiselamute hooned)
- ◆ Büroohooned, raamatukogud ja teadushooned
- ◆ Ärihooned (majutus- ja tootlustushooned, teenindushooned)
- ◆ Avalikud hooned (v.a loomaala või botaanikaai hooned, jäähallid ja maneežid)
- ◆ Kaubandushooned ja terminalid
- ◆ Haridushooned
- ◆ Koolieelsed lasteasutused
- ◆ Tervishoiuhooned

Allikas: www.mkm.ee

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Energiatõhususe miinimumnõudeid ei pea järgima:

- ◆ Märgväärtuslike hoonestusalaile jäävad või väärtusliku üksikobjektina määratletud hooned või hooned, mis on tunnistatud kultuurimälestisteks, mis asuvad muinsuskaitsealal või mis kuuluvad UNESCO maailmapärandi nimekirja ning mille olemust või välisilmet muudaks energiatõhususe miinimumnõuete täitmine oluliselt
- ◆ Kultusekohtadena või religioosseteks tegevusteks kasutatavad hooned
- ◆ Kuni kaheaastase kasutusega hooned
- ◆ Tööstushooned ja töökojad ning madala energilavajadusega, eluruumideta põllumajandushooned
- ◆ Hooned, mida kasutatakse elamiseks vähem kui neli kuud aastas
- ◆ Hooned, mille ruumide kasutamise otstarbele vastavate pindade ja ruumide teenindamiseks vajalike pindade summa on kuni 50 m²

21841

EKT seminar 25.08.2015

Oluline on tähele panna, et energiatõhususarv ei väljenda seejuures tegelikku või ennustatavat lõppkulu tarbijale, vaid erineb sellest sõltuvalt kasutatavast energiakandjast selle kaalumistegurist.

Nii näiteks on kahel muidu ühesugusel hoonel **energiatõhususarv** oluliselt erinev, kui ühes on sooja tarbevee valmistamiseks:

- elektri boiler (kaalumistegur 2,0) ning teises
- kondenseeriv gaasikatel (kaalumistegur 1,0) või
- kaugküte (kaalumistegur 0,9).

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Uute hoonete energiatõhususe kontroll ja energiamärgistamine lähtub seejuures prognoosarvutustest, kuna reaalselt kulu enne hoone valmimist mõõta ei ole võimalik.

Arvutustulemuste tahtliku kallutamise vältimiseks prognoositakse hoone summaarset energiakulu määrustikus **fikseeritud hoone tüüpilisel kasutusel**, millega on paljud hoone kasutusega seotud olulised mõjutegurid üheselt fikseeritud.

Energiamärgisega väljendatav energiatõhususe tase on seetõttu indikatsioon mitte täpne prognoos!

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

Hoonete energiatõhususega seotud piirmäärad, energiatõhususe klassid ning seotud standardiseeritud lähteandmed ja arvutusmeetodid on käesoleva seisuga kirjeldatud alljärgnevatel õigusaktides:

■ Majandus- ja taristuministri (MTM) 03.06.2015 määrus nr 55 "Hoone energiatõhususe miinimumnõuded¹";

- MTM 03.06.2015 määrus nr 58 “Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika¹”;
- MTM 30.04.2015 määrus nr 36 “Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele¹”.

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

■ **Netoenergiavajadus ruumide kütteks (kWh/a)** –

ruumide ruumitemperatuurini kütmiseks vajalik soojusenergia (soojushulk), arvestades vabasoojusi, välispiirete soojuskadusid, välispiirete ebatihedustest (infiltratsioonist) tulenevaid soojuskadusid ja ruumi sissepuhutava ventilatsiooniõhu soojenemist ruumitemperatuurini:

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKTk seminar 25.08.2015

■ **Hoone summaarne energiakasutus (kWh/a) –**

hoone sisekliima tagamiseks, tarbevee soojendamiseks ja elektriseadmete kasutamiseks vajalik tehnosüsteemide soojusenergia ja elektri kasutus, arvestamata lokaalset taastuenergiat (välja arvatud soojuspumbad).

Hoone summaarne energiakasutus sisaldab kõiki tehnosüsteemide, sealhulgas soojusallikate ja lokaalse tootmise jaotussüsteemide kadusid ja energia muundamist (näiteks soojuspumba soojustegur, külmajaama jahutustegur, koostootmine, kütuselement):

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

■ **Enerģiatõhususarv** [kWh/(m² a)] –

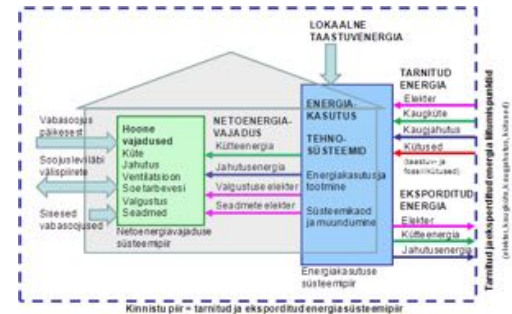
arvutuslik summaarne tarnitud energiate *kaalutud* erikasutus hoone *standardkasutusel*, millest arvatakse maha summaarne eksportitud energiate kaalutud erikasutus.

See kajastab hoone kompleksset energiakasutust nii sisekliima tagamiseks, tarbevee soojendamiseks kui ka olme- ja muude elektriseadmete kasutamiseks ning see arvutatakse kõetava pinna ruutmeetri kohta hoone standardkasutusel.

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

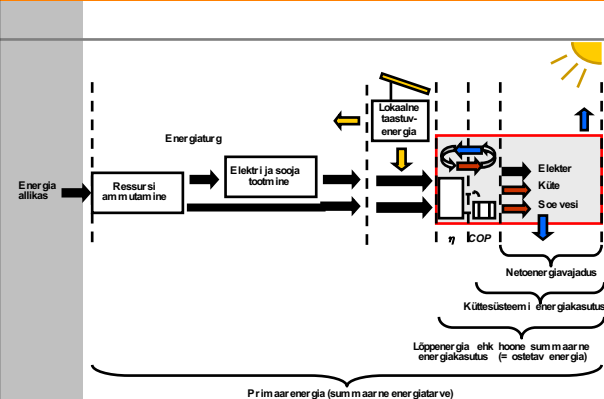
EKT seminar 25.08.2015

Energiaarvutuses järgitav süsteemipiir, mis määrab arvessevõetavate energiavoogude omavahelised seosed



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKTK seminar 25.08.2015

Põhimõisted

■ **Energiakandjate kaalumistegurid** – tegurid, millega võetakse arvesse tarnitud energia tootmiseks vajalik primaarenergia kasutus ja selle keskkonnamõju;

- taastuvtoormel põhinevad kütused (puit ja puidupõhised kütused ning muud biokütused, välja arvatud turvas ja turbabrikett) 0,75;
- kaugküte 0,9;
- vedelkütused (kütteõlid ja vedelgaas) 1,0;
- maagaas 1,0;
- tahked fossiilkütused (kivisüsi ja muu selline) 1,0;
- turvas ja turbabrikett 1,0;
- elekter 2,0.

Building numerics OU | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKTK seminar 25.08.2015

Põhimõisted

§ 8. Netonullenergiahoone

Netonullenergiahoone on hoone, mille **energiatõhususarv** on 0 kWh/(m² a). Netonullenergiahoonesse võidakse hankida tarnitud energiat, kui see kompenseeritakse eksporditud energiaga.

Ehk kogu hoones tarbitav summaarne energiakulu kompenseeritakse lokaalsete taastuvenergiastandardite abil toodetava energiaga (seda vajadusel võrku puhverdades).

Building numerics OU | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKTK seminar 25.08.2015

Põhimõisted

§ 7. Liginullenergiahoone (2019. ja 2021. algusest miinimumnõue)

(1) Liginullenergiahoone on parima võimaliku ehituspraktika kohaselt energiatõhusus- ja taastuvenergiatehnoloogiate lahendustega tehniliselt mõistlikult ehitatud hoone, mille energiatõhususarv on suurem kui 0 kWh/(m² a), kuid mitte suurem kui käesolevas paragrahvis sätestatud piirväärtus.

Building numerics OU | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKTK seminar 25.08.2015

Põhimõisted

(2) Liginullenergiahoone energiatõhususarv ei tohi ületada järgmisi piirväärtusi:

- väikeelamutes **50 kWh/(m² a)**;
- korterelamutes **100 kWh/(m² a)**;
- büroohoonetes, raamatukogudes ja teadushoonetes **100 kWh/(m² a)**;
- ärihoonetes **130 kWh/(m² a)**;
- avalikes hoonetes **120 kWh/(m² a)**;
- kaubandushoonetes ja terminalides **130 kWh/(m² a)**;
- haridushoonetes **90 kWh/(m² a)**;
- koolieelsetes lasteasutustes **100 kWh/(m² a)**;
- tervishoiuhoonetes **270 kWh/(m² a)**.

Building numerics OU | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKTK seminar 25.08.2015

Põhimõisted

Hetkel Eestis kehtivad miinimumnõuded (2014) hoonete energiatõhususele. Punasega on antud liginullenergiahoone nõue

- väikeelamud 160 kWh/(m² a); **50 kWh/(m² a)**
- korterelamud 150 kWh/(m² a); **100 kWh/(m² a)**
- büroohooned, raamatukogud ja teadushooned 160 kWh/(m² a); **100 kWh/(m² a)**
- ärihooned 210 kWh/(m² a); **130 kWh/(m² a)**
- avalikud hooned 200 kWh/(m² a); **120 kWh/(m² a)**
- kaubandushooned ja terminalid 230 kWh/(m² a); **130 kWh/(m² a)**
- haridushooned 160 kWh/(m² a); **90 kWh/(m² a)**
- koolieelsed lasteasutused 190 kWh/(m² a); **100 kWh/(m² a)**
- tervishoiuhooned 380 kWh/(m² a); **270 kWh/(m² a)**

Building numerics OU | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKTK seminar 25.08.2015

Energiatõhususarvu kujunemine

Hoone kasutusotstarve	DHW Netoenergiaajutus kWh/(m ² a)	Valgustite energiaajutus kWh/(m ² a)	õmeseadmete jms elektrivajutus kWh/(m ² a)	Veeküttesüsteemi ringluspumpad kWh/(m ² a)	Ventilatsioonisüsteemi elektrivajutus (ligikaudne SFP=1,5 W/(l/s)) kWh/(m ² a)
Väikeelamu	25	7,0	18,0	1,0	5,5
Korterelamu	30	7,0	22,5	0,5	6,6
Büroohoone, raamatukogu ja teadushoone	6	18,9	18,9	0,5	13,6
Kaubandushoone ja terminal	4	56,2	2,8	0,5	23,4
Majutushoone	30	35,0	4,4	0,5	19,7
Tootlus- ja teenindushoone	23	29,2	5,8	0,5	17,5
Avalik hoone	20	35,8	0,0	0,5	23,4
Haridushoone (va koolieelne lasteasutus)	10	13,6	7,2	0,5	10,4
Koolieelne lasteasutus	27	19,2	5,1	0,5	21,9
Tervishoone	30	47,3	21,0	0,5	52,6

Soojusallika kaalumistegur: **1,2**

Õmeseadmete jms elektrivajutus kWh/(m ² a)	Veeküttesüsteemi ringluspumpad kWh/(m ² a)	Ventilatsioonisüsteemi elektrivajutus (ligikaudne SFP=1,5 W/(l/s)) kWh/(m ² a)	Ventilatsioonisüsteemi küttemaksus elektrivajutus kWh/(m ² a)	ruumide küte kWh/(m ² a)	ruumide jahutus kWh/(m ² a)	ET-arv kWh/(m ² a)	Liginullenergia- hoone piirmäär
18,0	1,0	5,5	3,4	0,0	0,0	91,5	50,0
22,5	0,5	6,6	4,0	0,0	0,0	107,2	100,0
18,9	0,5	13,6	16,0	0,0	0,0	125,6	100,0
2,8	0,5	23,4	16,0	0,0	0,0	185,8	130,0
4,4	0,5	19,7	12,0	0,0	0,0	161,3	130,0
5,8	0,5	17,5	16,0	0,0	0,0	145,1	130,0
0,0	0,5	23,4	16,0	0,0	0,0	155,3	120,0
7,2	0,5	10,4	16,0	0,0	0,0	89,5	90,0
5,1	0,5	21,9	24,1	0,0	0,0	144,5	100,0
21,0	0,5	52,6	32,1	0,0	0,0	304,9	270,0

EKT seminar 25.08.2015

Arvutustarkvara valik

- Energiaarvutuseks kasutataval arvutustarkvaral on järgmised omadused:
- hoone soojuslevidünaamiline arvutus;
 - kliimaprotsessor, milles on võimalik lugeda Eesti energiaarvutuse baasaastat selle originaaldetalsusega ja mis arvutab tundide lõikes päikesekiirguse pindadele ja varju jäävad alad;
 - ventilatsioonisüsteemi soojusagastuse modelleerimise võimalikkus;
 - loeliste ruumitemperatuuride kasutamine arvutuses;
 - võimalus sisestada energiaarvutuse lähteandmeid vastavalt ehitusseaduse § 3 lõike 7³ alusel vastu võetud hoonete energiatõhususe arvutamise meetodikale;
 - arvutustarkvara peab olema valideeritud vastavalt asjakohasele standardile või meetodikale (IEA või BESTEST meetodid).

Energiaarvutuseks võib kasutada kõiki eelnevatel nõuetel vastavaid arvutustarkvarasid.

Jahutussüsteemi elamute energiaarvutuse võib teha ka lihtsustatud, kuude kaupa või kraadpäevade järgi arvutava tarkvaraga.

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Energiaarvutuse etapid

Energiaarvutuse kõikides etappides ja tulemuste esitamisel käsitletakse soojus- ja elektrienergia kasutust eraldiseisvatena.

- suviste ruumitemperatuuride arvutus (välja arvatud hoonetes, kuhu projekteeritakse ja ehitatakse jahutussüsteem);
- netoenergiavajaduste arvutus, mille käigus tehakse ruumi kütte netoenergiavajaduse, ventilatsiooniohu soojusagastuse ja soojendamise netoenergiavajaduse arvutus, milles tuleb arvestada ka soojusvaheti jaatamise vältimiseks vajalikku energia kasutust, tarbevee soojendamise netoenergiavajaduse ja ruumide jahutuse netoenergiavajaduse arvutused;
- ventilatsioonisüsteemi elektrikasutuse arvutus;
- küttesüsteemi energia kasutuse ligikaudne arvutus, lähtudes soojusallika kasutegurist või soojuspumpsüsteemi soojusegurist ning abiseadmete elektrikasutusest;
- jahutussüsteemi energia kasutuse ligikaudne arvutus, võttes arvesse jahutussüsteemi kondensaadi- ja soojuskaod ning külma tootmise;
- elektrisüsteemi elektrikasutuse arvutus vastavalt valgustuse ja seadmete kasutuse lähteandmetele;

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Energiaarvutuse etapid

Määruses loetlemata tehnosüsteemide (näiteks pliidikubud, väljatõmbekapid, basseini veesoojendamine, serveriruumid, külmkambrid, külmetid, suurkõõgiseadmed) ja elektritarvite (näiteks liftid, ukseavamis mootorid, välisvalgustus, välikutelad, erinevad sulatuskaablid, välispistikupesad) energia kasutust energiaarvutuses arvesse ei võeta.

- Ahjusid ja kaminaid kombineeritud küttesüsteemide osana võib energiaarvutuses arvesse võtta, kui kaminad on soojust salvestavad ja varustatud põlemisõhukanaliga välisõhu saamiseks. Soojust mitteralvestavaid otsese looriga ja põlemisõhuks ruumiõhku kasutavaid kaminaid energiaarvutuses arvesse ei võeta. Põlemisõhuks ruumiõhku kasutavaid ahjusid arvesse ei võeta. Põhikütteseadmena kasutatavad ahjud võetakse arvesse ka ilma põlemisõhukanalita.
- Puukütetel keristei võeta energiaarvutuses arvesse. Väikeelamu ja korteri elekterkütetel kerise aastaseks elektritarbeks arvestatakse 500 kWh. Elekterkütetel kerise soojusväljastust ei võeta arvesse vabasoojusena.

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Nõuded ventilatsioonile ja ruumitemperatuurile

Suvised ruumitemperatuuri nõue loetakse täidetuks, kui ruumitemperatuur ei ületa tabelis toodud piirtemperatuuri (jahutuse temperatuuriseadet) elamutes rohkem kui 150 kraadtunni (° Ch) ja muudes tabelis nimetatud hoonetes, mis ei ole elamud, rohkem kui 100 kraadtunni (° Ch) võrra ajavahemikul 1. juunist 31. augustini (jahutuse netoenergiavajadus ja jahutussüsteemi energia kasutuse arvutatakse kogu jahutusperioodile).

Suvised ruumitemperatuuri kontroll tehakse ruumitüüpidele, kus on kõige rohkem vabasoojust (eeldatavalt hoone lõuna- või läänepoolsetes asuvatel suurte klaaspindadega ruumidele) või kus on ette näha kasutajate pidevat kohalolekut.

Elamutes tehakse suvised ruumitemperatuuri arvutus vähemalt ühele toodud tingimustele vastavale magamistoale ja elutoale.

Muudes hoonetes tehakse suvised ruumitemperatuuri arvutus kõigile tüüp ruumidele (näiteks avatud ja suletud kontorid, klassiruumid), valides ruumitüübi esindajaks ühe toodud tingimustele vastava ruumi.

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Energiaarvutus

Hoone energiatõhususe miinimumnõuetele vastavuse kontrolliks sooritatakse energiaarvutus hoone standardkasutusel, käesolevas määruses toodud:

- välis- ja sisekliima,
- hoone ja tehnosüsteemide kasutus- ja käiduaegade,
- vabasoojuse ning
- hoone õhupidavuse lähteandmetega.

Muud arvutuseks vajalikud lähteandmed võetakse hoone ehitusprojekti.

Energiaarvutus ei eeldata hoonete detailset tsoonideks jagamist. Väikeelamuid ja ühe kasutusotstarbega hooned võib arvutamisel käsitleda ühe tsoonina. Suuremad hooned jagatakse vastavalt kasutusotstarbele ja kasutusaegadele vajalikuks arvuk tsoonideks.

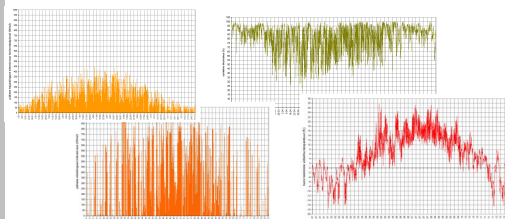
Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Standardkasutus - Väliskliima

Energiaarvutus ja suvised ruumitemperatuuri kontroll sooritatakse sõltumata hoone asukohast Eesti energiaarvutuse baasaastaga. Baasaasta esindab kolme dekaadi (1970–2000) tüüpilist väliskliimat ja ei ole selle tüü kasutatav küttevõimsuse vajaduse arvutamisel.

Kui baasaastat kasutatakse jahutusvõimsuse vajaduse arvutamisel, siis tuleb arvestada, et tulemused eikajasta tüüpilisest soojema suve jahutusvõimsusi.



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Standardkasutus – kasutusastmed/vabasoojus/el. tarve

Tabel 1. Hoonete standardkasutus ja sellele vastavad maksimaalsed vabasoojused kütava pinnatüübi kohta

Hoone kasutusotstarve	Kasutusajag		Kasutus-aste	Valgustus ^a W/m²	Seadmed ^b W/m²	Inimesed ^c W/m²	Inimesed m²/min
	Kellaaeg	h/24h	d/7d				
Väikeelamu	00:00–00:00	24	7	0,6	8 ^c	2,4 ^d	2
Korterelamu	00:00–00:00	24	7	0,6	8 ^c	3 ^d	3
Büroohoone, raamatukogu ja teadushoone	07:00–18:00	11	5	0,55	12	12	5
Kaubandushoone ja terminal	07:00–21:00	14	7	0,55	20	1	5
Majutushoone	00:00–00:00	24	7	0,5	8	1	4
Tööstus- ja teenindushoone	12:00–22:00	10	7	0,4	20	4	14
Avalik hoone	08:00–22:00	14	7	0,5	14	0	5
Haridushoone ^e	08:00–16:00	8	5	0,6 ^f	15	8	14
Kooliehitiste lasteasutus	07:00–19:00	12	5	0,4	15	4	20
Tervishoone	00:00–00:00	24	7	0,6	9	4	8

^a eelatud andmete puhul on eelatud, et mitteelamutes kasutatakse päevastoodud soojusenergia allikaid ja päevavalgustust nimevõimeuse k^b simeste soojusenergia sisaldab ainult siset soojust. Varjatud soojus a^c elamute valgustuse kasutusaste on 0,1^d elamute seadmete eeliktatamise saamiseks jagada soojusenergia läbi^e v a kooliehitiste lasteasutus^f investitsioonikooli vahetajal 15. juuni kuni 15. augusti kasutusaste on 0,1 ja

$$Q = kP \frac{t_d}{24} \frac{t_w}{7} \frac{8760}{1000}$$

kus k on kasutusaste;

P on soojusenergia W/m²;

t_d on hoone kasutusajad arv ööpäevas h;t_w on hoone kasutusajade arv nädalas d.

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Standardkasutus – kasutusastmed

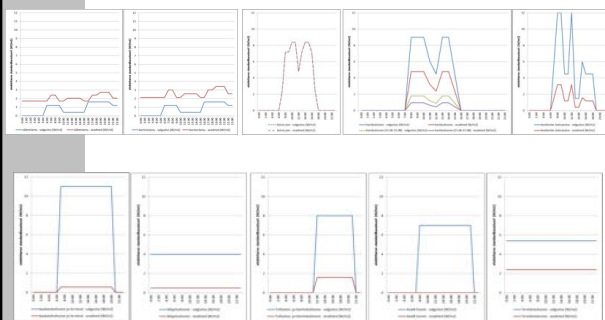
elamu - valgustus	elamu - seadmed	elamu - inimesed	büroo, raamatukogu, teadushoone	haridushoone	kooliehitiste lasteasutus	kaubandushoone ja terminal	majutushoone	tööstus- ja teenindushoone	avalik hoone	Tervishoone
0,00	0	0,5	3	0	0	0	0	0,5	0	0
0,05	0	0,5	3	0	0	0	0	0,5	0	0
0,10	0	0,5	3	0	0	0	0	0,5	0	0
0,15	0	0,5	3	0	0	0	0	0,5	0	0
0,20	0	0,5	3	0	0	0	0	0,5	0	0
0,25	0	0,5	3	0	0	0	0	0,5	0	0
0,30	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,35	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,40	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,45	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,50	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,55	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,60	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,65	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,70	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,75	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,80	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,85	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,90	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
0,95	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,00	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,05	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,10	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,15	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,20	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,25	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,30	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,35	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,40	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,45	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,50	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,55	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,60	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,65	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,70	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,75	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,80	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,85	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,90	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
1,95	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,00	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,05	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,10	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,15	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,20	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,25	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,30	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,35	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,40	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,45	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,50	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,55	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,60	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,65	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,70	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,75	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,80	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,85	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,90	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
2,95	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0
3,00	0,15	0,5	0,5	0	0	0	0	0,5	0	0

■ Valgustuse ja seadmete elektritarbimine võrdub energiaarvutuses valgustuse ja seadmete soojusvõimsusega. **Elamutes saadakse seadmete elektritarbimine seadmete soojusvõimsuse jagamisel teguriga 0,7.**

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

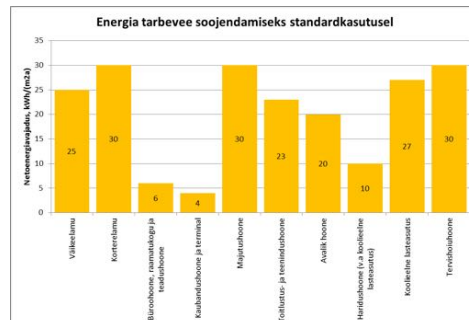
Standardkasutus – el. tarve (valgustus ja olmeseadmed)



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Standardkasutus – tarbevee soojendamise



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

Täiendavad infomaterjalid ligienergiatüüpide kavandamise ja rajamise kohta

KREDEXi kodulehel kätte saadavad järgnevad raportid:

■ Madalenergia- ja ligienergiatüüpide kavandamine. Juhend büroo ja avalike hoonete tellijale (2012):
http://www.kredex.ee/public/Uuringu/Madalenergia-ja_liginullenergiahoone_kavandamine_Mitteelamu.pdf

■ Madalenergia- ja ligienergiatüüpide kavandamine. Juhend korterelamute projektiteerijatele, ehitajatele ja tellijale (2012):
http://www.kredex.ee/public/Uuringu/Madalenergia-ja_liginullenergiahoone_kavandamine_Kortereelamu.pdf

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

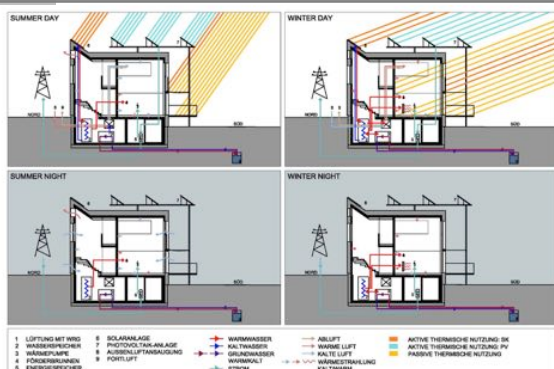
Põlva passiivmaja



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

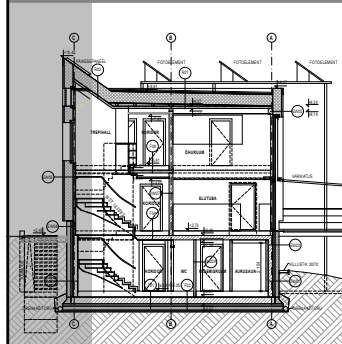
EKT seminar 25.08.2015

Arhitektuurne lahendus ja energiakontseptsioon



EKT seminar 25.08.2015

Väga head välispiirded (sh õhupidavuse lahendus)



EW
400 mm tselluüll, 94 mm KLH
massiivpuit, sisekrohv
 $U = 0,105 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

R
500 mm soojustus, 102 mm
KLH
 $U = 0,079 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

EW-G
500 mm EPS, 200 mm betoon
 $U = 0,066 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

F
300 mm XPS, 300 mm betoon,
100 mm EPS
 $U = 0,086 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841



EKT seminar 25.08.2015



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015



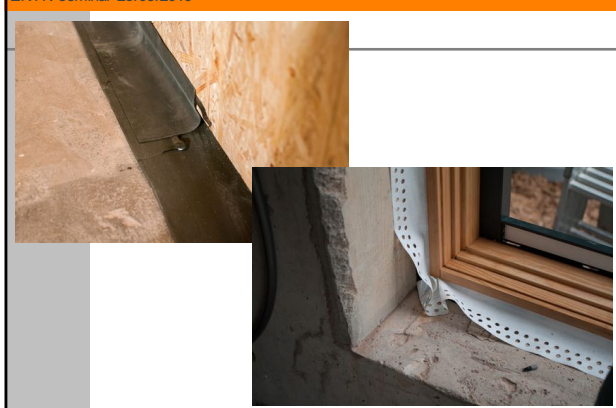
Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

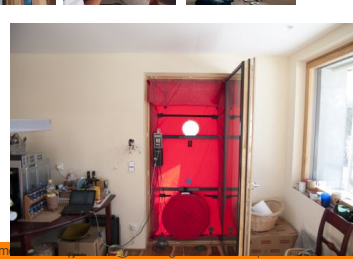
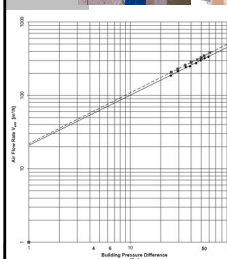


Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

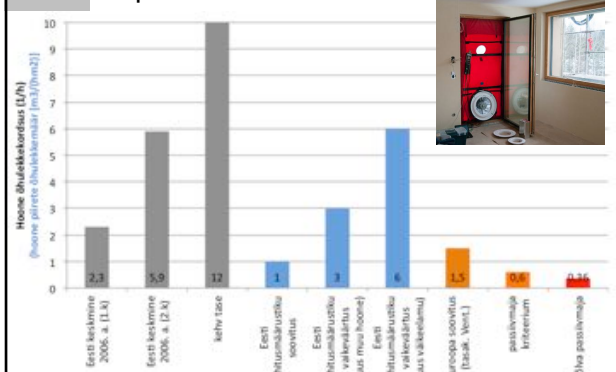
Õhupidav konstruktsioon

Ala- ja ülerõhu keskmine mõõtetulemus
 $n_{50} = 0,36 \text{ h}^{-1}$



EKT seminar 25.08.2015

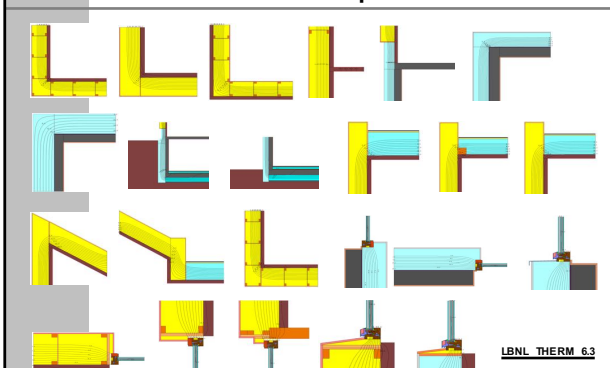
Õhupidavuse tasemed



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

EKT seminar 25.08.2015

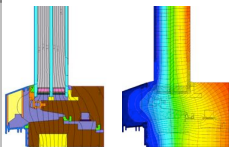
“Külmasillavaba” hoonekarp



LBNL THERM 6.3

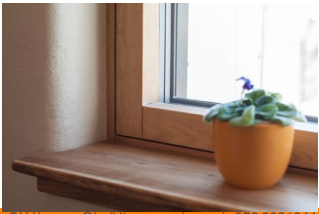
Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

Aknad – Pro Passivhausfenster Smartwin



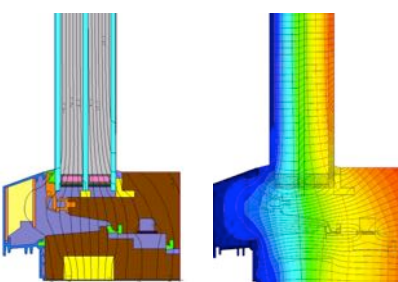
Keskmine U-arv
0,67 W/(m²K)

keskmine g-egur
0,51

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

Window



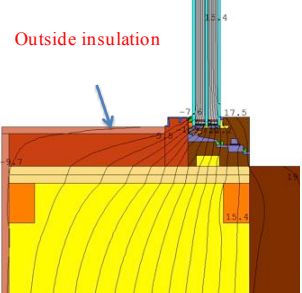
SmartWin fixed
U frame **0,57** W/(m²K)
ψ spacer 0,026 W/(mK)
ψ installation 0,010 W/(mK)

SmartWin opening
U raam **0,77** W/(m²K)
ψ spacer 0,026 W/(mK)
ψ installation 0,010 W/(mK)

U glas **0,54** W/(m²K)
g-value **0,50**

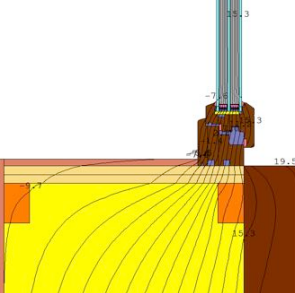
Window

Outside insulation



$\Psi = 0,014$ W/(mK)

SmartWin



$\Psi = 0,050$ W/(mK)

Comparison: not insulated

EKTK seminar 25.08.2015

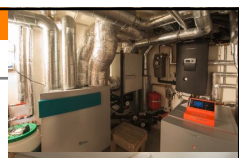
Ventilatsioon ja küte

Soojustagastiga mehhaaniline ventilatsioon

- Paul Novus 300
- Paul Sole Defroster SD-550
- 226 m 40 mm eelküttekollektor

Vert. Maasoojuspump kombineeritud soojusliku Päikeseküttesüsteemiga:

- Viessmann Vitocal 300 G BWC
- 2x 80 m puurkaevud
- 5,9 kW
- Sonnenkraft päikesepaneelid
- Katusel (suveoptimum) 11,6 m²
- Seinal (talveoptimum) 13,1 m²
- Põranda- ja seinaküte
- 2x1000 L akumulatsioonipaigid
- 39/33° C pealevool/tagasivool

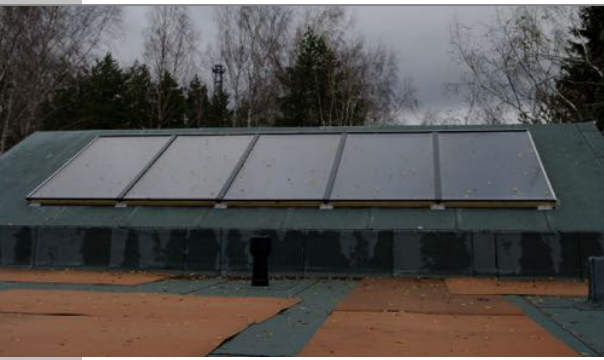




Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee

EKTK seminar 25.08.2015

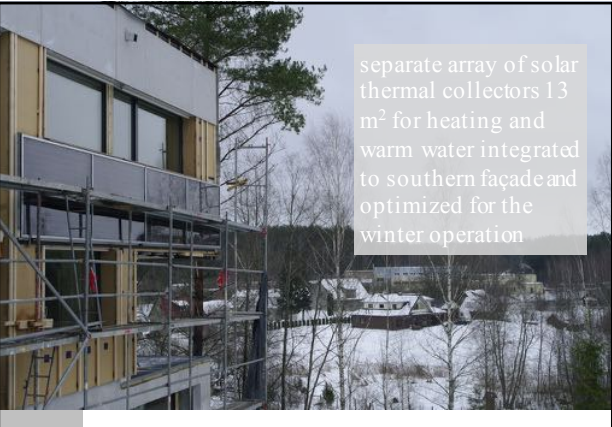
12 m² roof integrated solar thermal collectors for warm water



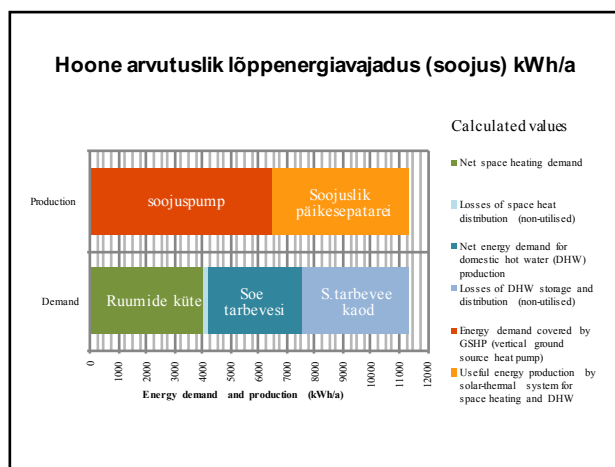
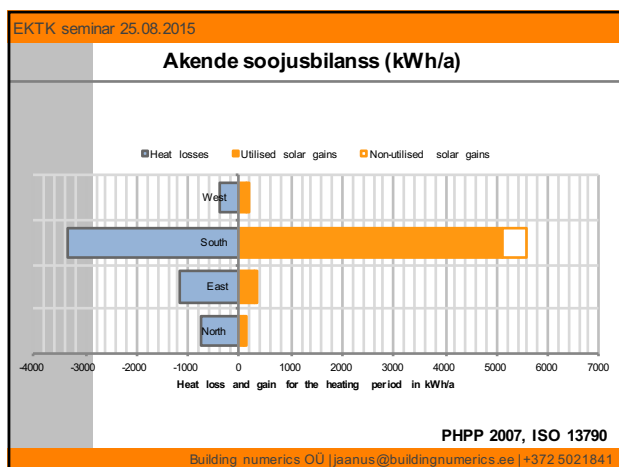
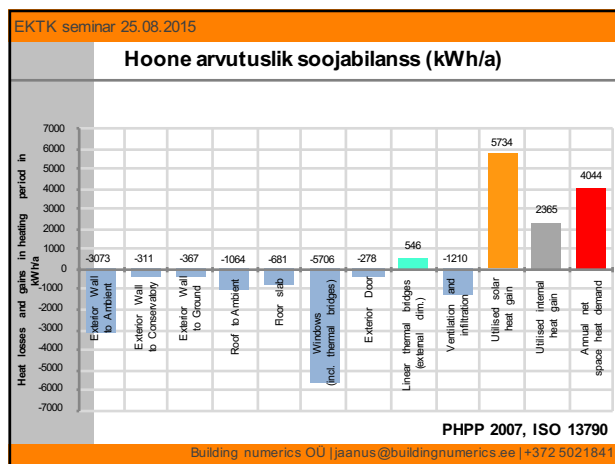
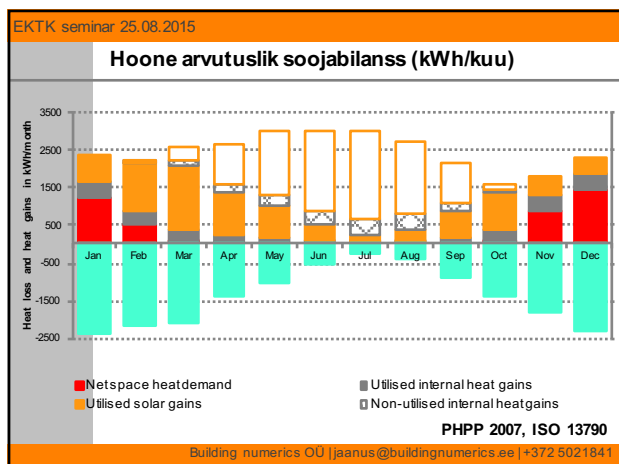
Sonnenkraft SK 1MK

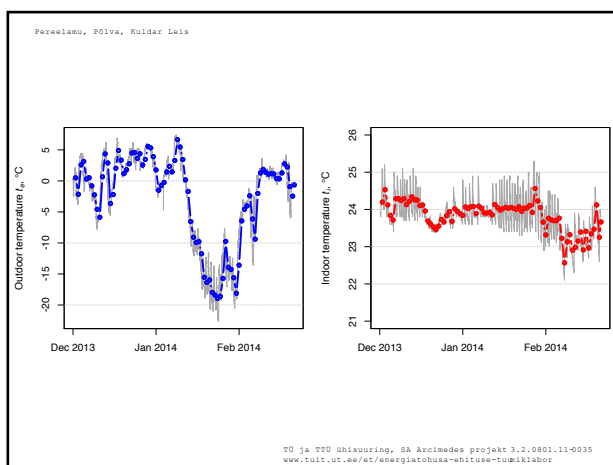
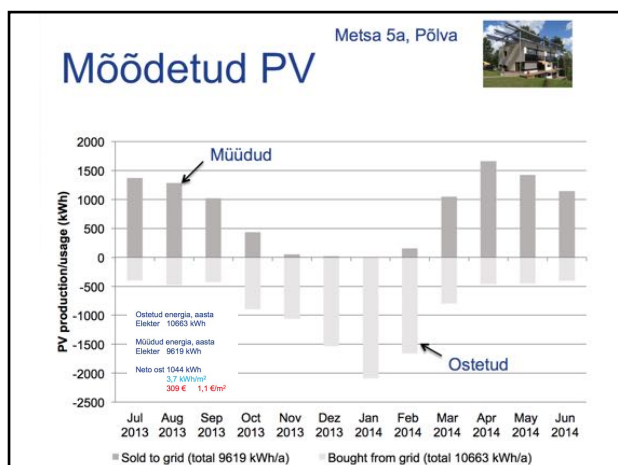
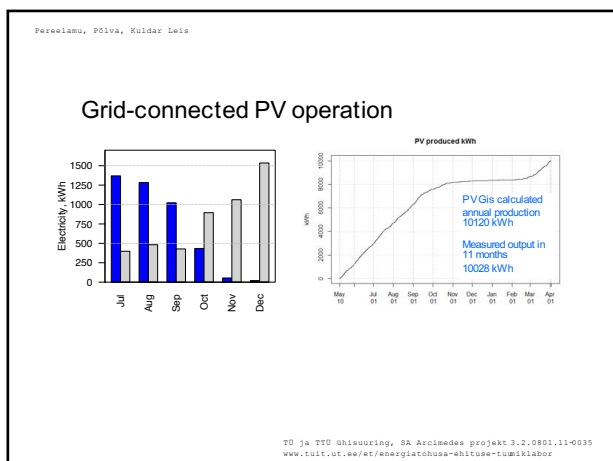
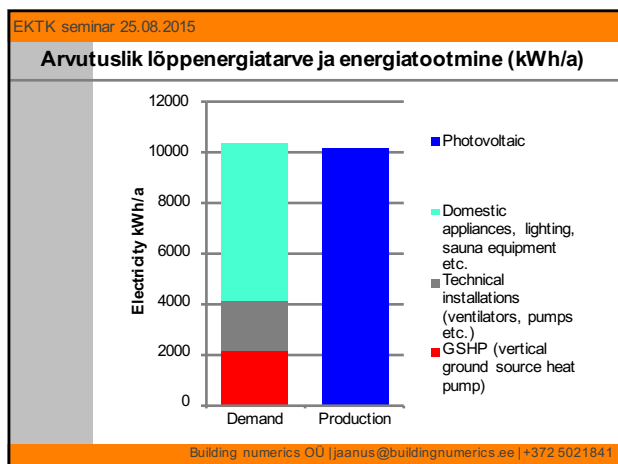
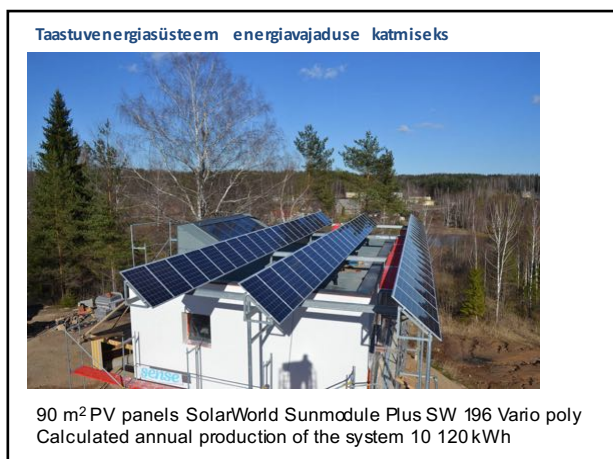
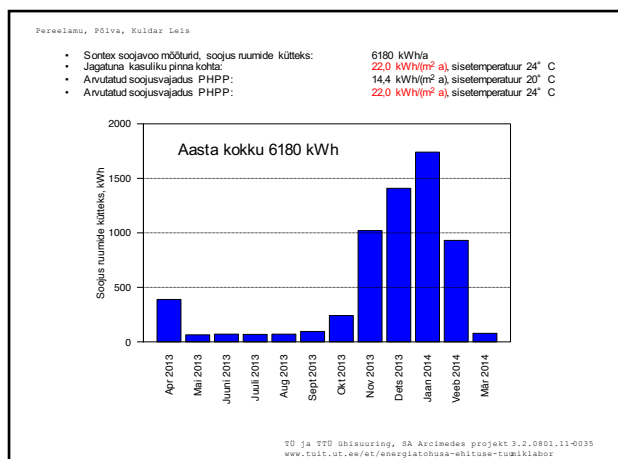
Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841

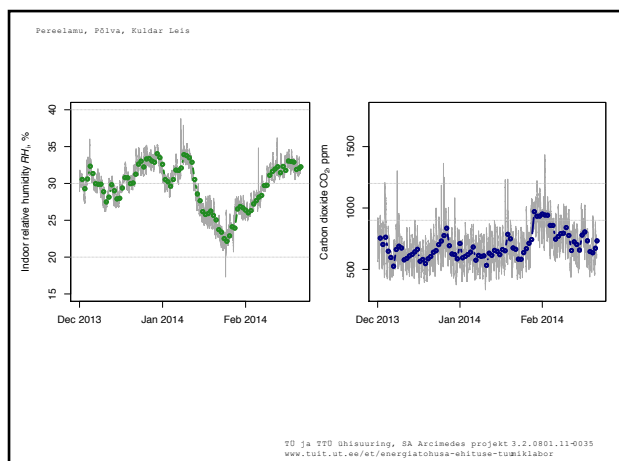
separate array of solar thermal collectors 13 m² for heating and warm water integrated to southern façade and optimized for the winter operation



Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841







EKTk seminar 25.08.2015

Kokkuvõte

- Lähitudes EPBD direktiivist on Eesti tänaseks defineerinud liginullenergiahoone tasemed ning sellele vastavuse arvutamise meetodid, mis on väga karmid!
- EPBD näeb ette miinimumnõude võrdsustamise liginullenergiahoone tasemega alates 2019. ja 2021. aasta algusest.
- Tänase seisuga esineb palju probleeme nii hoonete sisulise energiatõhususe kavandamisel, ellu viimisel kui ka omavalitsuse poolset kontrollil!

Building numerics OÜ | jaanus@buildingnumerics.ee | +372 5021841