



**TALLINNA
TEHNIKA KÕRGGKOO**

Matthias Vohu

**MUINSUSKAITSE ALL OLEVA
HOONE REKONSTRUEERIMINE
JA ENERGIATÕHUSUSE
ANALÜÜS**

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2023

Matthias Vohu

**MUINSUSKAITSE ALL OLEVA
HOONE REKONSTRUEERIMINE JA
ENERGIATÕHUSUSE ANALÜÜS**

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Hoonete ehituse õppekava

Juhendaja: Egert-Ronald Parts

Tallinn 2023

Mina, Matthias Vohu, tõendan, et lõputöö on minu kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teoste on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autorile ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja Egert-Ronald Parts

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Matthias Vohu

sünnikuupäev: 07.10.1998

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Muinsuskaitse all oleva hoone rekonstrueerimine ja energiatõhususe analüüs.

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas,

/allkirjastatud digitaalselt/



Ehitusinstituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: **Matthias Vohu**
Õpperühm: **HE2019**
Eriala: **Hoonete ehitus (1827)**
Lõputöö teema: **Muinsuskaitse all oleva hoone rekonstrueerimine ja energiatõhususe analüüs**

Lähteandmed töö koostamiseks:

Muinsuskaitse seltsi poolt etteantud erinõuded Vabrikuväljak 6 hoonele.

Töö sisu, ülesehitus ja lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Töö sisuks on Kärkla linnas, Hiiumaal asuva, 19. sajandil ehitatud muinsuskaitse all oleva hoone rekonstrueerimise võimaluste uurimine ja energiatõhusus arvu leidmine. Soovitakse uurida, kas on võimalik saavutada antud hoonele A klassi energiatõhusus märgis jälgides muinsuskaitse poolt etteantud erinõudeid.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

Töö maht 40-60 lehekülge.

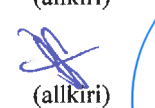
Lõputöö juhendaja: **Egert-Ronald Parts**



(allkiri)

27.02.2023
(kuupäev)

Lõpetaja: **Matthias Vohu**



(allkiri)

27.02.2023
(kuupäev)

Kinnitaja: **Aivars Alt**
ehitusinstituudi direktor



(allkiri)

27.02.2023
(kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 27.02.2023

Lõputöö esitamise tähtaeg: 02.05.2023

SISUKORD

LÜHENDITE JA TERMINITE LOETELU	7
SISSEJUHATUS.....	8
1 HOONE KIRJELDUS.....	10
1.1 Hoone ruumide seisukorra kirjeldus.....	13
1.2 Hoone tehnilised näitajad	13
2 ENERGIATÕHUSUSE ARVUTUS.....	14
2.1 Vabrikuväljak 6 algolukorra energiatarbimine.....	14
2.2 KEK arvutuskäik	15
2.3 Energiatõhususarvu arvutuse lähteandmed algolukorraks	16
2.3.1 Mittehomogeense piirdetarindi soojuslähivuse arvutuse näide.....	18
2.3.2 Välisseina soojuslähivuse arvutuse näide	20
2.3.3 Alt tuulutatava põranda soojuslähivuse arvutuse näide	21
2.3.4 Pööninglae soojuslähivuse arvutuse näide	22
2.4 KEK ja ETA arvutuste võrdlus.....	24
3 REKONSTRUEERITUD LAHENDUS	25
3.1 Välissein	25
3.2 Põrand.....	26
3.3 Pööninglagi.....	26
3.4 Aknad.....	26
3.5 Soojusallikas.....	26
3.6 Ventilatsioon.....	27
3.7 Energiaarvutuse lähteandmed rekonstrueeritavas olukorras	27
3.8 Suvine ruumitemperatuuri kontroll	32
4 ENERGIATÕHUSUS ARVUTUSE TULEMUSED REKONSTRUEERITAVAS OLUKORRAS	34
5 KESKKONNAMÕJU HINDAMINE JA LCA ARVESTUS	35
KOKKUVÕTE.....	38
SUMMARY	40
VIIDATUD ALLIKAD.....	42
LISAD	45
Lisa 1. Hoone ruumide detailne kirjeldus	46

Lisa 2. Hoone algolukorra energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	64
Lisa 3. Variant 1 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	66
Lisa 4. Variant 2 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	68
Lisa 5. Variant 3 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	70
Lisa 6. Variant 4 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	72
Lisa 7. Variant 5 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	74
Lisa 8. Variant 6 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	76
Lisa 9. Variant 7 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	78
Lisa 10. Variant 8 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	80
Lisa 11. Variant 9 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	82
Lisa 12. Variant 10 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused.....	84
GRAAFILINE OSA.....	86

LÜHENDITE JA TERMINITE LOETELU

ETA – Energiatõhususarv, kWh/(m² * a). Arvutuslik summaarne tarnitud energiate kaalutud erikasutus hoone tavalisel kasutusel, mis kajastab hoone komplektset energiakasutust sisekliima tagamiseks, tarbevee soojendamiseks kui ka olme ja muude elektriseadmete kasutamiseks ning see arvutatakse hoone kõetava pinna ruutmeetri kohta hoone tavapärasel kasutamisel. [1]

KEK – Kaalutud energiakasutus, kWh/(m² * a). Kaalutud energiaerikasutus on hoone aastane energiakasutus kilovatt-tundides kõetava pinna ruutmeetri kohta, mis energiakandjate kaalumisteguriga on läbi korrutatud. Arvutust kasutatakse olemasolevate hoonete energiatõhususe tõendamiseks ja energiamärgise koostamiseks. See tugineb hoone tegelikule energiabilansile. [2]

LCA, *Life Cycle Assessment* - olelusringi hindamine. Hoone elukaare hinnang. LCA mõõdab hoone ehituse mõju keskkonnale alates materjalide tootmisest kuni ehitusplatsile jõudmiseni ja paigaldamiseni ning utiliseerimiseni. [3] Arvutuse tulemusel saadakse 50 aastase perioodi jooksul tekkinud olelusringi summaarne kasvuhoonegaaside kogus, mis sisaldab endas materjalide ja toodete, ehituse, kasutuse ja lõppkäitluse heidet. [4]

EPD, *Environmental Product Declaration* – materjali keskkonnadeklaratsioon. EPD on dokument, mis annab infot materjali keskkonnamõju kohta selle eluea jooksul. Deklaratsioon kirjeldab, kui palju kasvuhoonegaase tekib ühe materjali kilo kohta. [4]

MSP - maasoojuspump

SISSEJUHATUS

Arvestades ühiskonna kiiret arengut ja pidevaid muutuseid maailmas on hakatud rohkem vaatama energia mõistliku kasutuse ja kasvuhoonegaaside vähendamise suunas. Järjest enam on esile hakatud tõstma hoonete energiatõhusust ja energia kasutust. Üritatakse leida võimalikult jätkusuutlike lahendusi hoonete ehitamiseks, et säästa raha, elanikku kui ka loodust. Euroopa energiatõhususe direktiivide järgi on pandud paika eesmärk saavutada 2050. aastaks Euroopa Liidu riikides kliimanetraalne hoonefond, mille eesmärgiks on vähendada elamute energiakulu. [5] Viimasel ajal on hakatud suuresti rõhku panema korterelamute renoveerimisele sealhulgas vanad paneelmajad, puitkorterelamud, suvilad ja avalikud hooned. Seejuures muinsuskaitse all olevad hooned pole nii palju tähelepanu saanud, kuna neile ehitusseadustiku kohaselt energiatõhususe nõudeid ei ole kehtestatud. Seda just selle tõttu, et kui mälestiseks tunnistatud hoonele rakendada energiatõhususe miinimumnõudeid, siis muudaks nende täitmine oluliselt ehitise olemust või välimust. Hoone välimuse taastamine või mingi osa restaureerimine võib osutada juba oluliselt kallimaks, kui algselt plaanitud. Kohalik omavalitsus, ehitaja või arendaja võib loobuda soovist tõsta antud tüüpi hoone energiatõhusust, kui see osutub liiga keeruliseks või kalliks, kuid ka miljööväärtusega hooned võiksid olla ja jääda kasutusse, mitte seista tühjana ja oodata oma eluea lõppu, kuna keegi ei jõua neid üleval pidada ja rekonstrueerida.

Lõputöö eesmärgiks on tuua välja valitud muinsuskaitse all oleva hoone rekonstrueerimise võimalused, et parandada valitud hoone energiatõhusust ja pikendada selle eluiga võttes see kasutusele avaliku hoonena ehk kohviku ja käsitööpoena, millena praegused rentnikud seda kasutavad. Töös lähtutakse antud hoonele 2013. aastal kehtestatud muinsuskaitse eritingimustest ja üritatakse leida võimalus, kuidas muuta hoone energiatõhusamaks. Seejuures on eesmärk, et hoone säilitaks oma visuaalse väljanägemise ja oleks võimalikult sarnane algse olukorraga. Võetakse arvesse muinsuskaitse eritingimustes kehtestatud nõudeid ja soovitusi. Lisaks uuritakse millist mõju avaldaks keskkonnale hoone rekonstrueerimine erinevate materjalidega ja mis oleks kõige keskkonna sõbralikum materjalide valik.

Vabrikuväljak 6 muinsuskaitse all oleva elamu energiatõhususe parandamiseks teostati mõõtmised algolukorra kaardistamiseks ja täiendatakse algseid plaane, et koostada digitaalne korruse plaan võimalikult täpsete andmetega energiatõhususe arvutuste läbi viimiseks. Seejärel koostati hoonest energiasimulatsioonimudel, mille simulatsioonitulemusi kasutati hoone energiatõhususe väljaselgitamiseks. Koostatakse mõlema variandi võrdlus ja tuuakse välja erinevad lahendused,

kuidas saavutada energiatõhususarvu klassi A tulemus, järgides miljööväärtusliku ilme säilimist ja võetakse arvesse, et hoone on edaspidi kasutuses avaliku hoonena.

1 HOONE KIRJELDUS

Uuritav hoone asub Kärkla linnas Hiiumaa vallas aadressil Vabrikuväljak 6 ja on 1897. aastal ehitatud Kärkla kalevivabriku tööliste elamu. See on üks kolmest samal tänava asuvast puitelamust, mis on peale kalevivabriku põlengut säilinud. Tegemist on kahekorruselise puitkarkass hoonega, mis on rajatud madalvundamendile. Hoone sokkel on laotud segalaos lubimördil pae-, maa- ja telliskividest. Hoonel on rõhtpalk konstruktsioon, mis on väljast soojustatud ajastukohase termoliit kihiga ning fassaadi katab profileeritud horisontaallaudis. Algupäraselt on hoone välisseinad seest poolt viimistletud valge lubikrohvi ja tapeediga. Hoone põrand on alt tuulutatav ja selleks on sokkisse rajatud tuulutussavad, et hoida põrand alt kuivana. Põranda konstruktsiooniks on 200x200 mm puittalad, millele on laotud algne põrandalaud, sellele omakorda vineer ja kõige peale on paigaldatud parkett. Hoone keskel on säilinud algne küttekolle, mantelkorsten, mis ei ole enam kasutusel. Hetkel kasutatakse kütteallikana hiljem juurde ehitatud kolme ahju. Hoone esikust viib trepp pööninglaele, kus on alles veel köök-toa seinad ja osaliselt lammutatud soojamüüri pliit. Pööninglae konstruktsiooniks on 200x250 mm laetalad, saepuru, liiva ja lubja segu ning laelauad. Kõikides ruumides on laed madalamale langetatud ja kaetud soomepapi või vineeriga. Hoonel on pennisarikas katusekonstruktsioon, mis on kaetud rood- ja luipsarikatega. Need omakorda kannavad punaseid S-kivisid. Hilisemal juurdeehitusel on hoone algset verandat laiendatud ja sinna rajatud tualettruumid. Lisaks on hoone põhjapoolsele küljele juurde ehitatud laoruum. Hoonel on kolmese ruudujaotisega topeltraamidega aknad ning juurdeehitistele on paigaldatud kahese ruudujaotusega topeltraamidega aknad. [6] Üldvaated hoone seisukorrast on (Fotod 1-4).

Hoonet kavatakse kasutada edaspidi avaliku hoonena, täpsemalt kohviku ja käsitööpoena. Antud töös on konstruktsioonide ja seisukorra hindamine läbi viidud visuaalselt ja koha peal mõõtmestatud. Muinsuskaitse eritingimustes olevaid plaane ja lõikeid ning kohapeal teostatud mõõtmisi kasutades koostatakse hoonele digitaalsed esimese korruse plaanid (Joonis 6 ja Joonis 7, graafiline osa). Võimalikult täpsete energiaarvutuste tulemuste saamiseks on vaja üle kontrollida algsetel plaanidel olevad mõõdud, et tuvastada vajumised ja aastate jooksul teostatud muudatused konstruktsioonides. Visuaalsel vaatlusel ja algolukorra kaardistamisel on kontrollitud hoone tarindite seisukorda ja konstruktsiooni, võetud akende ja uste mõõdud ning nende paiknemine ruumis. Tarindite mõõtmisel on vaadeldud konstruktsiooni tüüpi ja millistest materjalidest need koosnevad. Muinsuskaitse eritingimustest leiab andud hoone restaureerimisele seatud nõuded ja hoone seisukorra kirjelduse aastal 2013. [6]



Foto 1. Vabrikuväljak 6 vaade lõunast



Foto 2. Vabrikuväljak 6 vaade idast



Foto 3. Vabrikuväljak 6 vaade läänest



Foto 4. Vabrikuväljak 6 vaade põhjast

1.1 Hoone ruumide seisukorra kirjeldus

Hoone välispiirete, tarindite ja ruumide seisukorda on hinnatud visuaalselt ja kirjeldatud allpool. (Lisa 1) Kaardistatud on kõikide ruumide, kasutatud materjalide, akende, uste ja korstnate olukorda hetkel, kui hoone on kasutusel kohviku ja käsitööpoena. Lisaks on kirjeldatud muinsuskaitse eritingimustes välja toodud nõudeid kõikidele ruumidele. [6]

1.2 Hoone tehnilised näitajad

Vabrikuväljak 6 tehnilised näitajad on: [7]

- ehitusalune pind: 228 m²;
- suletud netopind: 199,9 m²;
- korruste arv: 2;
- kõrgus: 7 m;
- maht: 739 m³;
- köetav pind: 186,4 m³;
- vundamendi liik: madalvundament;
- kande- ja jäigastavate konstruktsioonide materjal: puit;
- katuse ja katuslagede kandva osa materjal: puit;
- pööninglae kandva osa materjal: puit;
- välisseina viimistluse materjal: puit;
- soojusallikas: ahjuküte;
- energiaallikas: tahke, puit;
- ventilatsiooni liik: loomulik ventilatsioon.

2 ENERGIATÕHUSUSE ARVUTUS

2.1 Vabrikuväljak 6 algolukorra energiatarbimine

Vabrikuväljak 6 hoone algolukorra energiatarbimise leidmiseks kasutatakse viimase kolme aasta elektri, vee ja küttepuude tarbimise andmeid ning koostatakse kaalutud energiakasutuse arvutus. Lisaks arvutatakse hoone tarinditüüpide ja omaduste põhjal arvutuslik energiatõhususarv (ETA), mida võrreldakse saadud KEK tulemustega. Kaalutud energiakasutuse arvutus tehakse vastavalt MKM määrusele number 36 [2]. Kaalutud energiakasutuse arvutus teostatakse olemasolevatele hoonetele, et tõendada nende energiatõhusust ja anda neile energiamärgis. Arvutuses tuginetakse hoone tegelikule ja mõõdetud energiabilansile. Kuna tarbimisandmed arvutusteks on juba olemas, siis ei ole vajadust dünaamilise energiasimulatsiooni teostamiseks ja taandatakse küttesoojus arvutuslikule normaalaastale. Kütteenergiakasutus sõltub välisõhu temperatuurist ja arvutusliku normaalaastaga välistatakse külmemate või soojemate talvede mõju arvutuse tulemusele. [8]

Viimase kolme aasta elektri, vee ja kütte tarbimise andmed saadakse hoone rentnike käest (Tabel 1). Kraadpäevad kütteenergia kulu leidmiseks võetakse Kredexi kodulehelt ja kraadpäevade piirkonnaks on VI- Ristna [9] (Tabel 2). Tasakaalutemperatuur valitakse 17°C ja tarbevett soojendatakse elektriboileriga ja sooja tarbevee osakaal on 40% kogu vee kulust [10]. Küttepuude kütteväärtuseks on arvestatud 1300 kWh/m³, kuna kütmisel kasutati segapuitu [11]. Vee soojendamiseks kulutatud energia lahutatakse koguelekttri kulust.

Tabel 1. Vabrikuväljak 6 vee, elektri ja küttekulu 2020-2022

Energia-ja küttekulu aastas	2020	2021	2022
Vesi, m ³	33	33	36
Elekter, kWh	4 918	7 271	6 342
Puit, m ³	8	8	8

Tabel 2. Kraadpäevade arv 2020-2022 aastal [9]

Kraadpäevad (VI Ristna)	2020	2021	2022
Aasta kaupa	2 945	3 593	3 465
Normaalaasta	3 867		

2.2 KEK arvutuskäik

1 m³ tarbevee soojendamiseks kulunud soojusenergia [2]:

$$Q_{soe\ vesi} = \frac{4,2 \frac{kJ}{kg * K} * 50^{\circ}C}{3600} * 1000 = 58,3 \text{ kWh.}$$

Tarbevee soojendamiseks kasutatud energia aasta kaupa (40% kogu vee kulust) [2]:

$$2020: 33m^3 * 0,4 * 58,3 \frac{kWh}{m^3} = 769,56 \text{ kWh;}$$

$$2021: 33m^3 * 0,4 * 58,3 \frac{kWh}{m^3} = 769,56 \text{ kWh;}$$

$$2022: 36m^3 * 0,4 * 58,3 \frac{kWh}{m^3} = 839,52 \text{ kWh.}$$

Kolme aasta keskmine kaalutud tarbevee valmistamise kulu (elektriboiler) [2]:

$$2020: 2 * 769,56 = 1539,12 \text{ kWh;}$$

$$2021: 2 * 769,56 = 1539,12 \text{ kWh;}$$

$$2022: 2 * 839,52 = 1679,04 \text{ kWh;}$$

$$Q_{C, tvs} = \frac{(1539,12 + 1539,12 + 1679,04)}{3} = 1585,76 \text{ kWh/a.}$$

Kolme aasta keskmine kaalutud elektrienergia kulu valgustusele ja seadmetele [2]:

$$2020: 4918 \text{ kWh} - 769,56 \text{ kWh} = 4148,44 \text{ kWh;}$$

$$2021: 7271 \text{ kWh} - 769,56 \text{ kWh} = 6501,44 \text{ kWh;}$$

$$2022: 6342 \text{ kWh} - 839,52 \text{ kWh} = 5502,48 \text{ kWh;}$$

$$Q_{C, el} = \frac{(4148,44 + 6501,44 + 5502,48)}{3} * 2 = 16152,36 \text{ kWh/a.}$$

Kütmiseks kasutatud energia aastas [11]:

$$8m^3 * 1300 \frac{kWh}{m^3} = 10400 \text{ kWh/a.}$$

Normaalaasta kraadpäevadele taandatud küttenenergia kulu [2]:

$$2020: \frac{3867}{2945} * 10400 \text{ kWh} = 13655,96 \text{ kWh/a;}$$

$$2021: \frac{3867}{3593} * 10400 \text{ kWh} = 11193,10 \text{ kWh/a;}$$

$$2022: \frac{3867}{3465} * 10400 \text{ kWh} = 11606,58 \text{ kWh/a.}$$

Normaalaasta kaalutud küttenenergia kulu [2]:

$$Q_{C, küte} = \frac{(13655,96 + 11193,1 + 11606,58)}{3} * 0,65 = 7898,7 \text{ kWh/a.}$$

Köetav pind: 217,17 m².

Vabrikuväljak 6 kaalutud energia erikasutus [2]:

$$\text{KEK} = \frac{7898,7 + 16152,36 + 1585,76}{217,71} = 117,76 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 * \text{a}}.$$

Arvutuse tulemuse põhjal kuulub hoone energiatõhususklassi A, kuid hoone on üleval toodud tarbimisväärtustega kasutuses, vaid mõned kuud aastas. ETA arvutuse põhjal leitakse hoone aastane energiatarbimine, kui see on pidevas kasutuses.

2.3 Energiatõhususarvu arvutuse lähteandmed algolukorraks

Energiatõhususarvu arvutusega leitakse numbriline väärtus, mis näitab kui palju kilovatt - tundides ruutmeetri kohta energiat hoone aasta jooksul tarbib sobiva sisekliima tagamiseks. Arvutuse põhiliseks eesmärgiks on tõendada hoone vastavust energiatõhususe miinimumnõuetele. Kui hoone vastab seatud nõudele, siis väljastatakse selle tõendamiseks hoone energiamärgis. [12]

Hoone energiatõhususarvu leidmiseks kasutatakse dünaamilist energia- ja sisekliima simulatsiooni programmi IDA ICE, mis aitab leida simulatsioonide teel aastase elektrienergia ja küttevajaduse eelseadistatud piirdetarindite ja tehnosüsteemide põhjal. [13]

„Rekonstrueeritava korterelamu ETA arvutustabelis“ tuleb energiaarvutustes leida piirdetarindite sisepindalad, avatäidete pindalad ja piirdetarindite joonsoojuslähivuste pikkused, mis saadakse koostatud mudelist ja plaanidelt. Joonsoojuskaod alg- ja renoveeritud olukorra kohta leitakse puitkorterelamute uuringust.

Kasutatud materjalide soojuseri juhtivused, $W/(m \cdot K)$ [14]:

- okaspuu: 0,130;
- termoliit: 0,750;
- kipsplaat: 0,210;
- täite, liiva ja seapuru segu: 0,750;
- krohv: 0,800;
- vineer: 0,150;
- soomepapp: 0,140;
- roomatt: 0,055;
- tselluvill: 0,039;
- mineraalvill: 0,035.

Algseks õhulekkearvuks on võetud $10 \text{ m}^3/(h \cdot m^2)$ [15]. Kasutatud soojuslähivuste ja joonsoojuslähivuste väärtused ja nende allikad algolukorra energiatõhususe hindamiseks on leitavad

alolevast tabelitest, (Tabel 3) ja (Tabel 4). Leitud pindalad ja liitekohtade pikkused on esitatud alolevas tabelis (Tabel 5).

Tabel 3. Algolukorras kasutatud soojustäbivused

Piirdetarind	Soojustäbivus $W/(m^2 \cdot K)$	Märkus
Välissein	0,50	Arvutatud
Pööninglagi	1,21	Arvutatud
Alt tuulutatav põrand	0,71	Arvutatud
Uks	2,00	Puitelamute uuring [15]
Aken	2,80	Ehitusfüüsika ABC [14]

Tabel 4. Algolukorras kasutatud joonsoojustäbivused [15]

Liitekoht	Joonsoojustäbivus $W/(m \cdot K)$
Välissein - välissein	0,05
Välissein - pööninglagi	0,15
Välissein – põrand	0,40
Akna seinakinnitus	0,03
Ukse seinakinnitus	0,03

Tabel 5. Algses ETA arvutuses kasutatud piirdetarindite pindalad ja liitekohtade pikkused

Piirdetarind	A, m^2
Välisseinad	158,48
Katus	275,54
Pööninglagi	217,71
Põrand, alt tuulutatud	217,71
Välisuks	1,68
Aken (põhi)	9,04
Aken (lõuna)	11,44
Aken (ida)	2,24
Aken (lääs)	2,36
Piirdetarindi liitekohad	L, m
Välissein – välissein	23,4

Piirdetarindi liitekohad	L, m
Pööninglagi – välissein	73,98
Põrand – välissein	69,03
Akna seinakinnitus	83,05
Ukse seinakinnitus	5,8

2.3.1 Mittehomogeense piirdetarindi soojuslähivuse arvutuse näide

Soojuslikult homogeensetest kihtidest piirdetarindi kogusoojustakistuse arvutamiseks kasutatakse valemit (1) [16]:

$$R_{tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}, \quad (1)$$

kus R_{si} – piirde sisepinna soojustakistus, $(m^2 * K)/W$;

R_1, R_2 – iga materjalikihi arvutuslik soojustakistus, $(m^2 * K)/W$;

R_{se} – piirde sisepinna soojustakistus, $(m^2 * K)/W$.

Soojuslikult homogeense materjalikihi arvutusliku soojustakistuse arvutamiseks kasutatakse valemit (2) [16]:

$$R = \frac{d}{\lambda_u}; \quad (2)$$

kus d – materjalikihi paksus, m;

λ_u – materjali arvutuslik soojuserijuhtivus, $W/(m * K)$.

Mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistuse ülemine piirväärtuse arvutamiseks kasutatakse valemit (3) [16]:

$$R'_T = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{\frac{A_a}{R_{Ta}} + \frac{A_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{A_n}{R_{Tn}}}, \quad (3)$$

kus $A_a, \dots, A_n$ – piirde üksikute sektsioonide osapindalad (osakaalud);

$R_{Ta}, \dots, R_{Tn}$ – piirde üksikute sektsioonide soojustakistused, $(m^2 * K)/W$.

Mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistus arvutatakse valemiga (4) [16]:

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2}, \quad (4)$$

kus R'_T – mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus (vaadeldakse piirde pinnaga risti olevaid sektsioone), $(m^2 * K)/W$;

R''_T – mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistuse alumine piirväärtus (vaadeldakse piirde pinnaga paralleelselt olevaid sektsioone), $(m^2 * K)/W$.

Piirdetarindi soojusjuhtivus leitakse valemiga (5) [16]:

$$U = \frac{1}{R_T}, \quad (5)$$

kus R_T – mittehomogeensete kihtidega piirdetarindi kogusoojustakistus, $(m^2 * K)/W$.

Alt tuulutatava põranda soojuslähivus arvutatakse valemiga (6) [17]:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{U_f} + \frac{1}{U_g + U_x}, \quad (6)$$

kus U_f – põranda välisõhu kohal asuva osa soojuslähivus, $W/(m^2 * K)$;

U_g – soojuslähivus, mis tuleneb pinnasesse suunduvast soojusvoolust, $W/(m^2 * K)$;

U_x – ekvivalentne soojuslähivus põrandaaluste õhuruumi ja väliskeskkonna vahe, mis tuleneb soojuslevist läbi põrandaaluse õhuruumi seinte ning põrandaaluse õhuruumi õhuvahtusest, $W/(m^2 * K)$.

Pinnase soojusjuhtivuse arvutamiseks kasutatakse valemit (7) [17]:

$$U_g = \frac{2 * \lambda_g}{\pi * B + d_t} * \ln \left(\frac{\pi * B}{d_t} + 1 \right), \quad (7)$$

kus λ_g – pinnase soojuserijuhtivus, $W/(m^2 * K)$;

d_t – põranda ekvivalentne kogupaksus, m;

B – põranda tunnusmõõt, m.

Põrandas tunnusmõõt arvutatakse valemiga (8) [17]:

$$B = \frac{A}{0,5 * P}, \quad (8)$$

kus A – põranda pindala, m^2 ;

P – siseruumi avatud põranda perimeeter (seina ja põranda liitekohade pikkus, läbi mille toimub soojakadu), m.

Ekvivalentne soojuslähivus põrandalause õhuruumi ja väliskeskkonna vahel, mis tuleneb soojuslevist läbi põrandalause õhuruumi seinte ning põrandalause õhuruumi õhuvahetusest leitakse valemiga (9) [17]:

$$U_x = 2 * \frac{h * U_w}{B} + 1450 * \frac{\varepsilon * v * f_w}{B}, \quad (9)$$

- kus h – põrandapinna keskmine kõrgus ümbritseva maapinna suhtes, m;
 U_w – põrandalause õhuruumi seinte soojuslähivus välise maapinna kohal. Arvutatud vastavalt standardile ISO 6046, W/(m² * K);
 ε – tuulutusavade pindala põrandalause õhuruumi ümbermõõdu pikkuses, m²/m;
 v – keskmine tuule kiirus 10 m kõrgusel, m/s;
 f_w – tuuletõkkekategur.

Põranda ekvivalentne kogupaksus leitakse valemiga (10) [17]:

$$d_t = d_w + \lambda_g * (R_{si} + R_f + R_{se}), \quad (10)$$

- kus d_w – välisseina või vundamendi seina kogupaksus koos kõigi kihtidega (välisseina sisepinna ja sokli välispinna vaheline kaugus), m;
 λ_g – pinnase soojuserijuhtivus, W/(m² * K);
 R_f – põrandaplaadi soojustakistus, kaasa arvatud kõik soojustuskihid plaadi peal, all ja vahel ning põrandakattematerjali soojustakistus, (m² * K)/W;
 R_{si} – piirde sisepinna soojustakistus, (m² * K)/W;
 R_{se} – piirde sisepinna soojustakistus, (m² * K)/W.

2.3.2 Välisseina soojuslähivuse arvutuse näide

Näitena on välja toodud mittehomogeense välisseina soojuslähivuse arvutus, mille kihid on allpool näidatud:

- kipsplaat 12 mm;
- õhkvahe/roovid 30 mm;
- rõhtpalksein 200 mm;
- soojustus (saepuru, liiva ja lubja segu) 140 mm ja puitpost 50x140 mm sammuga 600 mm;
- puitlaudis 30 mm.

Horisontaalse soojavoolu korral on soojustakistused pinnakihtidel sisepinnas $R_{si} = 0,13 \frac{m^2 * K}{W}$ ja välispinnas $R_{se} = 0,04 \frac{m^2 * K}{W}$. [16]

Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus on:

Soojustuse sektsiooni soojustakistus:

$$R_{Soojustus} = 0,13 + \frac{0,012}{0,21} + \frac{0,2}{0,13} + \frac{0,14}{0,75} + 0,04 = 1,95 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Soojustuse ja sõrestiku sektsiooni soojustakistus:

$$R_{sõrestik} = 0,13 + \frac{0,012}{0,21} + \frac{0,2}{0,13} + \frac{0,14}{0,13} + 0,04 = 2,84 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus:

$$R'_T = \frac{550 + 50}{\frac{550}{1,95} + \frac{50}{2,84}} = 2,0 \frac{m^2 * K}{W}.$$

140 mm paksuse soojustuse kihi soojustakistus:

$$R_{140mm\ soojustus/sõrestik} = \frac{550 + 50}{\frac{550}{\left(\frac{0,14}{0,75}\right)} + \frac{50}{\left(\frac{0,14}{0,13}\right)}} = 0,2 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus:

$$R''_T = 0,13 + \frac{0,012}{0,21} + \frac{0,2}{0,13} + 0,2 + 0,04 = 1,97 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Piirdetarindi kogusoojustakistus:

$$R_T = \frac{2,0 + 1,97}{2} = 1,985 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Piirdetarindi soojusjuhtivus U:

$$U = \frac{1}{1,985} = 0,50 \frac{W}{m^2 * K}.$$

2.3.3 Alt tuulutatava põranda soojusläbivuse arvutuse näide

Näitena on allpool välja toodud alt tuulutatava põranda soojusläbivuse arvutus, mille kihid on järgmised:

- parkett 18 mm;
- vineer 21 mm.

- põrandalaud 32 mm;
- põranda pindala: 186,4 m²;
- perimeeter: 63,46 m;
- välisseina paksus: 0,4 m;

Põrandat iseloomustav tegur:

$$B' = \frac{186,4}{0,5 * 63,46} = 5,87.$$

Kui on tegemist põrandaga, siis on soojustakistused pinnakihtidel sisepinnas $R_{si} = 0,17 \frac{m^2 * K}{W}$ ja välispinnas $R_{se} = 0,04 \frac{m^2 * K}{W}$. [16]

Põranda soojustakistus:

$$R_f = 0,17 + \frac{0,018}{0,13} + \frac{0,021}{0,15} + \frac{0,032}{0,13} + 0,04 = 0,73 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Põranda ekvivalentne paksus:

$$d_t = 0,4 + 3,5 * (0,17 + 0,73 + 0,04) = 3,69 \text{ m}.$$

Pinnase soojusjuhtivus:

$$U_g = \frac{2 * 3,5}{\pi * 5,87 + 3,69} \ln \left(\frac{\pi * 5,87}{3,69} + 1 \right) = 1,79 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Pinnasega kokkupuutuva seina soojatakistus:

$$U_x = 2 * \frac{0,5 * 1,985}{5,87} + 1450 * \frac{0,5 * 3,5 * 0,05}{5,87} = 21,95 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Põranda soojuslähivus:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{0,73} + \frac{1}{1,79 + 21,95} \rightarrow \frac{1}{U} = 1,41 \rightarrow U = \frac{1}{1,41} = 0,71 \frac{W}{m^2 * K}.$$

2.3.4 Pööninglae soojuslähivuse arvutuse näide

Näitena on välja toodud mittehomogeense pööninglae soojuslähivuse arvutus, mille kihid on allpool näidatud:

- soomepapp 10 mm;
- õhkvahe/roovid 50 mm.

- laelauad 30 mm;
- soojustus (saepuru, liiva ja lubja segu) / 200x250 mm laetalad.

Vahelae korral on soojustakistused pinnakihtidel sisepinnas $R_{si} = 0,10 \frac{m^2 * K}{W}$ ja välispinnas $R_{se} = 0,04 \frac{m^2 * K}{W}$. [16]

Soojustuse sektsiooni soojustakistus:

$$R_{soojustus} = 0,10 + \frac{0,01}{0,14} + \frac{0,03}{0,13} + \frac{0,25}{0,75} + 0,04 = 0,78 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Sõrestiku sektsiooni soojustakistus:

$$R_{sõrestik} = 0,10 + \frac{0,01}{0,14} + \frac{0,03}{0,13} + \frac{0,25}{0,13} + 0,04 = 2,37 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Kogusoojustakistuse ülemine piirväärtus:

$$R'_T = \frac{1500 + 200}{\frac{1500}{0,78} + \frac{200}{2,37}} = 0,85 \frac{m^2 * K}{W}.$$

250 mm paksuse soojustuse kihi soojustakistus:

$$R_{250mm\ soojustus/sõrestik} = \frac{1500 + 200}{\frac{1500}{\left(\frac{0,25}{0,75}\right)} + \frac{200}{\left(\frac{0,25}{0,13}\right)}} = 0,37 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Kogusoojustakistuse alumine piirväärtus:

$$R''_T = 0,10 + \frac{0,01}{0,14} + \frac{0,03}{0,13} + 0,37 + 0,04 = 0,81 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Piirdetarindi kogusoojustakistus:

$$R_T = \frac{0,85 + 0,81}{2} = 0,83 \frac{m^2 * K}{W}.$$

Piirdetarindi soojusjuhtivus U:

$$U = \frac{1}{0,83} = 1,2 \frac{W}{m^2 * K}.$$

2.4 KEK ja ETA arvutuste võrdlus

Kaalutud energiakasutuse arvutuse tulemuseks on $117,8 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$, mille järgi kuulub hoone energiatõhusus klassi A. Energiatõhususe miinimumnõuete sisendandmete alusel koostatud arvutusele on hoone tulemuseks $342,0 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$, mille järgi kuulub hoone energiatõhususarvu klassi G (Lisa 2). Suur erinevus tekib sellest, et kaalutud energiakasutuse arvutuses on arvestatud kolme aasta keskmist elektrienergia, vee ja normaalaastale taandatud kütteenergia kulu, aga hoone on olnud sellel perioodil kasutuses iga aasta mai lõpust kuni septembri lõpuni ja talvekuudel vastavalt vajadustele või võimalustele. Energiatõhususe miinimumnõuete arvutuses on arvestatud, et hoone on igapäev aastaringselt kasutuses köetava väikeelamuna, pinnaga $120\text{-}220 \text{ m}^2$ ja sellele on rakendatud vastavad kasutusprofiilid. Lisaks pole teada, mis temperatuuri hoone siseruumides hoitakse kasutuse ajal, sest sisekliimamõõtmiseid polnud võimalik teostada. ETA arvutuse korral on minimaalseks ruumitemperatuuriks seadistatud 21°C , kuid tegelikus olukorras võidakse hoida kütteperioodil ruumis pidevalt 18°C . Kaalutud energiakasutuse arvutuse tulemus oleks kindlasti kehvem ja sarnane energiatõhususe miinimumnõuete arvutuse tulemusele, kui hoone oleks igapäevaselt ja aastaringselt kasutuses.

3 REKONSTRUEERITUD LAHENDUS

Hoone energiatõhususe parandamiseks lähtutakse muinsuskaitse eritingimustest ja seal kehtestatud nõuetest, mida renoveerimisel ja rekonstrueerimisel jälgima peab. Kuna hoone on algselt ehitatud elamuna, kuid nüüd on kasutusel kohviku ja käsitööpoena, siis koostatakse energiatõhusus arvutused lähtudes avaliku hoone kasutusprofiilidest ja teguritest. Lisaks tuuakse välja soovitusel, mis aitaksid parandada energiatõhusust, kuid ei ole eritingimustega kooskõlas. Võrdlusesse on valitud kolm erinevat soojustuse varianti, et saavutada hoonele energiatõhususarvu klass A. Valituks osutusid tselluvill, mineralvill ja algne soojustuse lahendus. Tselluvill ja mineraalvill osutusid valituks, kuna tegemist on hingavate ja niiskust reguleerivate materjalidega. Mõlemad on tulepüsivad materjalid ja ei soovita tekitada konstruktsioonis niiskustehniliselt ebasoodsat olukorda. [18]

3.1 Välissein

Välisseinte konstruktsiooniks on rõhtpalksein, mis on väljast poolt soojustatud saepuru ja lubja seguga ning seest kaetud kipsplaadiga. Fassaadi katteks on profileeritud horisontaallaudis. Antud konstruktsiooni soojusläbivuseks on $0,50 \frac{W}{m^2 \cdot K}$. Kuigi eritingimustes ei ole lubatud peale-, juurde- ja ümberehitused, mis muudavad hoone algset kehandit, siis ei ole ka seinte soojustamine lubatud. Kuigi hoone soojustus asendatakse, jääb kehand ikkagi samaks. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud välisseinte sisepinna krohvimine roomattidel. [6]

Parema ülevaate andmiseks, mis mõju avaldaks seinte soojustamine alternatiivse materjaliga, on vastavad energiatõhususe arvutused. Välisseina konstruktsioonis on asendatud soojustus tselluvilla või mineraalvillaga ja vähendatud soojustuse kihti 40 mm võrra, et mahutada seina konstruktsiooni ka õhkvahe ja tuuletõke. Välissein millesse on paigaldatud 100 mm paksune tselluvilla kiht ja sisepind kaetud 50 mm paksuse roomati ja lubikrohvi kihiga saavutab soojusläbivuseks $0,20 \frac{W}{m^2 \cdot K}$. Välissein millesse on paigaldatud 100 mm paksune mineraalvilla kiht ja sisepind kaetud 50 mm paksuse roomati ja lubikrohvi kihiga saavutab soojusläbivuseks $0,19 \frac{W}{m^2 \cdot K}$. Ainult roomattidel lubikrohviga krohvitud ja välist soojustust muutmata oleks välisseina soojusläbivus $0,35 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ (Tabel 6). Välisseina soojustamise viis on välja toodud graafilises osas oleval joonisel. (Joonis 8, graafiline osa)

3.2 Põrand

Hoonel on alt tuulutatav põrand, mis koosneb parketist, vineerist ja põrandalaudadest, mis on laotud puittaladele. Muinsuskaitse eritingimuste järgi on lubatud hoone põrandaid soojustada, kuid siis tuleb kõik soklis olevad tuulutused sulgeda. [6]

Soojustatud põranda variandiks on tehtud arvutused nii termoliidi kui ka mineraalvillaga. Põranda konstruktsioon koosneb põrandalauast, termoliidist või mineraalvillast, tuuletõkkepaberist ja must põrandast. Põrandakonstruktsiooni ja pinnase vahele jääb õhkvahe. Termoliidiga soojustatud põranda soojusläbivuseks saadi $0,90 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ja mineraalvillaga soojustatud põranda soojusläbivuseks saadi $0,26 \frac{W}{m^2 \cdot K}$. (Tabel 6)

3.3 Pööninglagi

Hoone praegune pööninglae konstruktsioon koosneb saepuru, liiva ja lubja seguga soojustusest, mis on paigaldatud laetalade vahele. Laetalade alla on paigaldatud laelauda ja sellele omakorda puitroovid ja puitkiudplaat. Muinsuskaitse eritingimused lubavad pööninglae soojustada tselluvillaga. [6]

Soojustatud pööninglae arvutused on tehtud läbi nii tselluvillaga kui ka mineraalvillaga. Tselluvillaga soojustatud pööninglae soojusläbivuseks saadi $0,18 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ ja mineraalvillaga soojustatud pööningale soojusläbivuseks saadi $0,17 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ (Tabel 6). Pööninglae soojustamise viis on välja toodud graafilises osas oleval joonisel. (Joonis 9, graafiline osa)

3.4 Aknad

Hoonel on kolmese ruudujaotusega puitraamidel aknad ja nende väljavahetamine pole lubatud. Praeguste akenende soojusläbivuseks on arvestatud $2,80 \frac{W}{m^2 \cdot K}$. Lubatud on sisemistele raamidele paigaldada pakettklaasid [6]. Pakettklaaside lisamisel langeks akende soojusläbivus $1,10 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ peale ja on märgatava mõjuga energiatõhususe arvutustes. [14]

3.5 Soojusallikas

Hoones on soojusallikana kasutusel kolm ahju, mis vajaksid lammutamist ja asendamist lihtpottidest ahjudega. [6] Energiatõhususe arvutustes on kasutatud maasoojuspumpa või pelletkatelt hoone kütteallikana. Gaasikatel ei osutunud valituks pelletkatla hea kasuteguri tõttu. Kuna antud piirkonnas

ei ole võimalust liituda kaugküttega, siis ei ole arvutustes arvestatud selle variandiga. Soojuse jaotamiseks hoones kasutatakse radiaatoreid, kuna põrandakütte paigaldamiseks on põrandalaua paksus 32 mm ja põrandalaua soovituslik paksus on kuni 33mm ning muinsuskaitse eritingimustele tuginedes tuleb põrandalaud säilitada. Kuna puit on kehva soojusjuht, siis jääb põrandaküte valikust välja. [19]

Maasoojuspumba kasutamise on eelisteks, et see ei vaja eraldi tehnoruumi ja seadet tarbevee soojendamiseks. See võtab vähem ruumi ja olemasolevasse hoonesse maasoojuspumba paigaldamine vajab vähem tarindite ümber ehitamist. Küll aga vajab see krundil 300-700 m² pinda, et paigaldada Eestis enam levinud horisontaalseid kollektorit. Maasoojuspump kasutab energiaallikana elektrit. [20]

Pelletkatel kasutab energiaallikana taastuvat kütust ehk pelleteid. See vajab eraldi tehnoruumi ja korsten ning boilerit tarbevee soojendamiseks. [20]

Lisaks ei osutunud valituks õhk-vesi soojuspump, kuna see mõjutaks oluliselt hoone välisilmet ja nõuaks välisgabariitide muutmis, mis ei oleks muinsuskaitse eritingimustega kooskõlas.

3.6 Ventilatsioon

Praeguse lahenduse puhul on hoone ventilatsiooni lahenduseks loomulik ventilatsioon. Liigse soojustarbimise vältimiseks ja väljatõmbe õhus oleva soojuseenergia kasutamiseks tuleb paigaldada soojustagastiga ventilatsioonisüsteem. Arvutustes on valitud hoonele tsentraalne ventilatsioonisüsteem plaatsoojustagastiga, et vähendada soojakadusid läbi ventilatsiooni. Soojusvaheti vähendab sissepuhke õhu soojendamise vajadust soojusenergiaga, sest sissepuhkeõhu kütmiseks kasutatakse väljatõmbeõhu soojust. [21]

3.7 Energiaarvutuse lähteandmed rekonstrueeritavas olukorras

Energiaarvutused arvutatakse eri tüüpi konstruktsioonidega ja leitakse kõige energiatõhusam, aga ka muinsuskaitse eritingimustega kooskõlas variant. Hoone energiatõhusus arvutused arvutatakse olukorras, kus tegemist on avaliku hoonega ja kasutatakse vastavaid kasutusprofiile ja kasutegureid. Energiatõhusus arvutustes on kasutatud järgmisi tegureid:

- õhulekkearv rekonstrueerimisel q_{50} : 4 m³/(h * m²) [1];
- soojuse jaotamise viis: radiaator;
- ventilatsioonisüsteem: mehaaniline ventilatsioon soojustagastiga.

- välisõhu vooluhulk: $2 \text{ l/(s} \cdot \text{m}^2)$ [1];
- soojustagasti tüüp: plaat;
- soojustagasti temperatuuri suhtarv: 0,8 [2];
- ventilatsioonisüsteemi SFP: $1,6 \text{ kW/(m}^3/\text{s)}$ [15];
- klaasi päikeseläbivustegur g : 0,5;
- akna soojuslähivus $U - 1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Tabel 6. Rekonstrueeritavas olukorras kasutatavad piirdetarindite soojuslähivused

Piirdetarind	Soojuslähivus, $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	Märkus
Välissein, tselluvillaga	0,20	Arvutatud
Välissein, mineraalvillaga	0,19	Arvutatud
Välissein, algse soojustusega, aga roomattidel lubikrohviga	0,35	Arvutatud
Põrand, termoliidiga	0,90	Arvutatud
Põrand, mineraalvillaga	0,26	Arvutatud
Pööninglagi, tselluvillaga	0,18	Arvutatud
Pööninglagi, mineraalvillaga	0,17	Arvutatud

Tabel 7. Rekonstrueeritavas olukorras kasutatavad joonsoojuslähivused [15]

Liitekoht	Joonsoojuslähivus, $\text{W/m} \cdot \text{K}$
Välissein - välissein	0,05
Välissein - pööninglagi	0,15
Välissein – põrand	0,40
Akna seinakinnitus	0,03
Ukse seinakinnitus	0,03

Tabel 8. Rekonstrueeritud olukorras ETA arvutustes kasutatud tarindite pindalad ja liitekohtade pikkused.

Piirdetarind	A, m^2
Välisseinad	156,36
Katus	246,64
Pööninglagi	203,97
Põrand, alt tuulutatud	203,97

Piirdetarind	A, m²
Välisuks	3,28
Aken (põhi)	8,50
Aken (lõuna)	11,44
Aken (ida)	3,02
Aken (lääs)	3,02
Piirdetarindi liitekohad	L, m
Välissein – välissein	20,80
Pööninglagi – välissein	68,85
Põrand – välissein	65,95
Akna seinakinnitus	83,31
Ukse seinakinnitus	11,40

Tabel 9. Rekonstrueeritud olukorra ETA arvutused

	Soojus- allikas	Välisseina soojustus, mm	Välisseina soojuslähiv s, W/(m² * K)	Põranda soojustus, mm	Põranda soojuslähiv s, W/(m² * K)	Pööninglae soojustus, mm	Pööninglae soojuslähivus, W/(m² * K)	ETA, kWh/(m²*a)	Märkused
Variant 1	MSP	Tselluvill 100 mm	0,20	Termoliit 200 mm	0,90	Tselluvill 250 mm	0,18	231	(Lisa 3)
Variant 2	MSP	Mineraalvill 100 mm	0,19	Mineraalvill 200 mm	0,26	Mineraalvill 250 mm	0,17	192	(Lisa 4)
Variant 3	MSP	Saepuru ja lubja segu 140 mm	0,35	Mineraalvill 200 mm	0,26	Tselluvill 250 mm	0,18	198	(Lisa 5)
Variant 4	MSP	Saepuru ja lubja segu 140 mm	0,35	Termoliit 200 mm	0,90	Tselluvill 250 mm	0,17	236	(Lisa 6)
Variant 5	MSP	Tselluvill 100 mm	0,20	Mineraalvill 200 mm	0,26	Tselluvill 250 mm	0,18	192	(Lisa 7)
Variant 6	Pelletkatel	Tselluvill 100 mm	0,20	Termoliit 200 mm	0,90	Tselluvill 250 mm	0,18	284	(Lisa 8)
Variant 7	Pelletkatel	Mineraalvill 100 mm	0,19	Mineraalvill 200 mm	0,26	Mineraalvill 250 mm	0,17	229	(Lisa 9)

	Soojus- allikas	Välisseina soojustus, mm	Välisseina soojuslähiv s, W/(m² * K)	Põranda soojustus, mm	Põranda soojuslähiv s, W/(m² * K)	Pööninglae soojustus, mm	Pööninglae soojuslähivus, W/(m² * K)	ETA, kWh/(m²*a)	Märkused
Variant 8	Pelletkatel	Saepuru ja lubja segu 140 mm	0,35	Mineraalvill 200 mm	0,26	Tselluvill 250 mm	0,18	238	(Lisa 10)
Variant 9	Pelletkatel	Saepuru ja lubja segu 140 mm	0,35	Termoliit 200 mm	0,90	Tselluvill 250 mm	0,18	293	(Lisa 11)
Variant 10	Pelletkatel	Tselluvill 100 mm	0,20	Mineraalvill 200 mm	0,26	Tselluvill 250 mm	0,18	230	(Lisa 12)

3.8 Suvine ruumitemperatuuri kontroll

Hoone, mis vastab energiatõhususe miinimumnõuetele peab päikesekiirgusest tuleneva ülekuumenemise vältimiseks vastama suvise ruumitemperatuuri kontrollile. Suvise ruumitemperatuuri kontroll tehakse energiaarvutuste käigus ruumidele, kus on kõige suuremad vabasoojused või kus on kasutajate pidev kohalolek. [22]

Antud hoone suvine ruumitemperatuuri kontroll tehakse mitteelamu nõuetega, kuna hoonet kasutatakse avaliku hoonena. Hoone aknad peavad olema mitteavatavad, piirtemperatuuriks on 25 °C ja piirtemperatuuri lubatud ületamine mitteelamus on 100 kraadtundi. [22]

Hoone kõikide soojustuse ja kütelahendusega variantidega tehti läbi suvine ruumitemperatuuri kontroll ja kõigis variantides ületasid 100 kraadtundi tuulekoda ja veranda (Joonis 1) ja (Joonis 2). Töös käsitletud variantide energiatõhususarvude puhul jahutusenergia lisamine tulemuse energiatõhususklassi ei muudaks. Nii tuulekoja kui ka veranda puhul on tegemist kõrvalruumiga, mida kasutusajal sagedasti avatakse ning mille mõju simulatsioon antud juhul ei arvesta.



Joonis 1. Tuulekoda IDA ICE simulatsiooniprogrammis



Joonis 2. Veranda IDA ICE simulatsiooniprogrammis

4 ENERGIATÕHUSUS ARVUTUSE TULEMUSED

REKONSTRUEERITAVAS OLUKORRAS

Energiatõhususarvu tulemusi kirjeldab üleval pool tabel, kus on välja toodud erinevad kütteallikad ja soojustusmaterjalid tarindites, et leida parim võimalik lahendus energiatõhususe miinimumnõuete täitmiseks (Tabel 9). Avaliku hoone puhul on energiatõhususarvu klassi C piir $220 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$. [23] Vaadates üleval pool välja toodud tabelit, siis mitte ühegi pelletkatlaga variandi puhul ei ole võimalik saavutada paremat tulemust kui energiatõhususarvu klass D. Kõige halvema tulemuse annab termoliidiga põranda soojustamine ning lisaks tuleneb see sellest, et pelletkatlaga on lisaks osalisele elektrienergia tarbimisele ka juurde toodud kütteenergiakulu tahke kütusega. Pelletkatlaga on kõige energiatõhusam variant number 7, kus on kõikides piirdetarindites kasutatud soojustusmaterjalina mineraalvilla ja saadi aastaseks energiakasutuseks $229 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$. Kõige parem tulemus saavutati variant 2 ja variant 5 puhul, kus maasoojuspumbaga saavutati C klass. Variant number 2 puhul saadi aastaseks energiakasutuseks $192 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$ ja kasutati kõikides piirdetarindites soojustusmaterjalina mineraalvilla. Variant number 5 puhul oli välisseina ja pööninglae konstruktsioonis kasutatud soojustusmaterjalina tselluvilla ja põranda konstruktsioonis mineraalvilla ning kütteallikana maasoojuspumpa, mille tulemusel saadi aastaseks energiakasutuseks $192 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$. Ka variant 3 puhul on saavutatud C klass ja saadud aastaseks energiakasutuseks $198 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$. Variandis number 3 ei vahetatud välja välisseina soojustust ja soojustati sein seest poolt roomattidel lubikrohviga. Põranda soojustusmaterjalina kasutati mineraalvilla ja pööninglaes tselluvilla.

Vastavalt tabelile saavutatakse kõige parem tulemus $192 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$ ja C klass, kui soojustada hoone täielikult mineraalvillaga ja kasutada kütteallikana maasoojuspumpa. Kui lähtuda muinsuskaitse eritingimustest ja järgida nõuet, et hoone välisgabariitide peale-, juurde- ja ümberehitus ei ole lubatud, siis on võimalik saavutada energiatõhususarvu klass C variandiga number 3. Antud variandi puhul oleks hoone aastane energiatarbimine $198 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$. Kui kasutada päikesepaneele, siis oleks teoreetiliselt võimalik saavutada A klass maasoojuspumbaga ja B klass pelletkatlaga. Kuna tegemist on muinsuskaitse all oleva objektiga, pole päikesepaneelide paigaldamine katusele lubatud.

5 KESKKONNAMÕJU HINDAMINE JA LCA ARVESTUS

Olelusringi hindamine ehk LCA on toote või teenuse keskkonnamõju süstemaatiline analüüs kogu selle elutsükli jooksul alates toorme kaevandamisest kuni jäätmekäitluseni. See hõlmab endas tarnijaid ja tootmisahelat, kasutust ja toote utiliseerimist või jäätmekäitlust. Läbi olelusringi hindamise on tellijal võimalik paremini analüüsida kavandatud lahenduse mõju ja toorainet, et vähendada keskkonnamõju läbi jätkusuutlikuse. EPD põhjal koostatakse LCA arvutus. EPD on dokument mis annab infot toote või materjali keskkonnamõju ja keskkonnategevuse tulemuslikkuse kohta. [24]

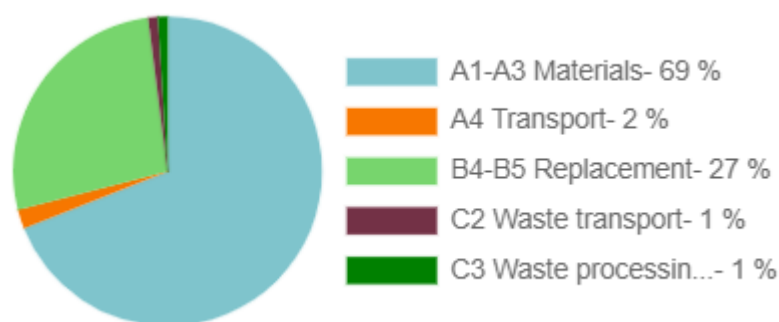
Hoone ja süsinikjalajälje mõju arvutus tehti One Click LCA programmiga. Kuna elukaare hindamises kasutatakse teaduslikke meetodeid jätkusuutlikuse hindamiseks, siis One Click LCA programmiga on võimalik need arvutused teha kordades kiiremini, sest see on andmebaas, mis sisaldab materjalide EPD dokumente ning teostab vajalikud arvutused sisestatud info põhjal. LCA võtab arvesse süsinikjalajälje keskkonna mõju ehitise terve elukaare vältel ja aitab välja tuua millest need tingitud on. Programmi on võimalik sisestada hoone materjalid, seadmed ja energiatarbimine, mis seejärel arvutab selle keskkonna mõju ja aitab leida paremaid lahendusi jätkusuutlikumaks ja rohelisemaks ehitamiseks. [25]

LCA ehk olelusringi hindamine annab ülevaate ehitise mõjust keskkonnale oma eluaja jooksul, alates tootmisest, kasutusest ja seejärel utiliseerimisest. Olenevalt tootest on võimalik hinnata tema elukaare mõju nelja erinevat viisi. Esimene viis on toote liikumine *cradle-to-grave* ehk hällist hauda, mis hindab selle mõju alates tehasest lahkumisest kuni toote äraviskamiseni. Teine viis on *cradle-to-gate* ehk hällist väravani, mis hindab toote mõju alates hetkest kui see lahkub tehasest kuni ta jõuab tarbijani. See tähendab, et arvestusest jääb välja kasutuse ja utiliseerimise faas. Kolmas viis on *cradle-to-cradle* ehk hällist hällini, mis kirjeldab toote mõju alates tehasest lahkumisest kuni taaskasutusse jõudmiseni. See on variatsioon hällist hauani, kuid saaste faasi jõudmise asemel liigub toode jälle kasutusse läbi taaskasutuse. Neljas viis on *gate-to-gate* ehk väravast väravani, kus hinnatakse toote mõju tõstvaid tegureid poolel teel tarbijani. Viies variant on *well-to-wheel* ehk puurkaevust rattani, mis kirjeldab kütuste ja liiklusvahendite transpordi mõju. Kuna kütuse teekond sõiduki paaki on üpriski pikk ja seal vahel on mitmeid etappe, siis on antud arvutusega täpsem anda hinnangud kasvuhoonegaaside tekke kogusele nendes faasides. [3]

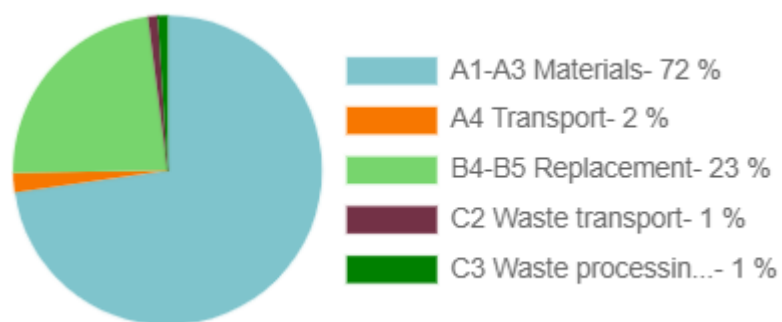
One Click LCA elukaare hindamise programmiga vaadeldi, mis mõju avaldab keskkonnale antud tüüpi hoone rekonstrueerimine. Tulemuste leidmiseks tuli programm seadistada, lisada hoone

energia- ja veetarbimine, põhilised parameetrid ja arvutusperiood 50 aastat. Seejärel pidi sisestama hoone konstruktsioonides kasutatavad materjalid ja nende mahud leides andmebaasist vajalikud või võimalikult sarnased materjalid. Materjalide lisamise järel arvutab programm hoone elukaare keskkonna mõju ja avaldab tulemused.

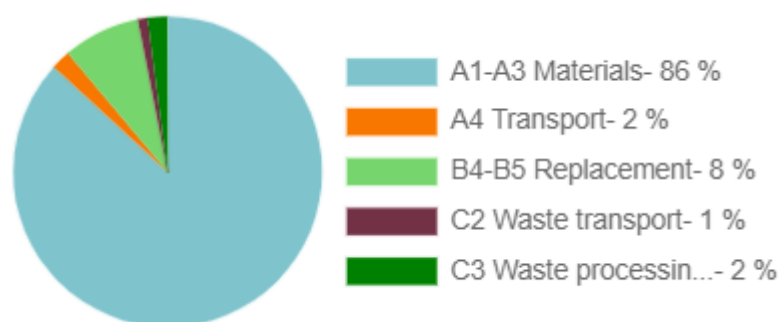
Mõlemal variandi puhul, kui soojustati hoone mineraalvilla või tselluvillaga on tulemused küllaltki sarnased. Termoliiti ja olemasolevat soojustust ei arvestatud, kuna nendega ei saavutanud hoone energiatõhususarvu klassi C. LCA programm aitab leida, kui suur on rekonstrueerimise projektis kasutatavate uute ja vanade utiliseeritavate materjalide süsinikjalajalg. Kui soojustada hoone variant number 5 järgi, kus välisseina ja pööningu soojustusmaterjaliks on tselluvill ja alt tuulutatava põranda soojustusmaterjal on mineraalvill, siis saadakse 286 781 kg süsinikdioksiid gaase. Sinna alla kuulub materjalide utiliseerimine, uute materjalide tootmine, transport ja kestvus konstruktsioonis. Kui soojustada hoone variant number 2 järgi, kus hoone on tervenisti soojustatud mineraalvillaga, siis saadakse 287 681 kg süsinikdioksiid gaase. Täielikult uue ja sama tüüpi hoone ehitamiseks kuluks 323 744 kg süsinikdioksiidi gaase. Ainult hoone soojustamisel tselluvillaga on materjalide kehastunud süsiniku hulk 69% (Joonis 3) ja mineraalvillaga oleks uute materjalide tootmisel ja kasutusel tekkinud kehastunud süsiniku hulk 72% kogu heitgaaside kogusest (Joonis 4). Need tulemused on seotud materjali tootmisest tekkiva süsinikdioksiidi kogusega. Ülejäänud kogus kehastunud süsinikku tuleneb materjalide transportimisest, tulevikus kavandatavatest remontimistöödest ja utiliseerimisest. Vanade materjalide asendamise ja utiliseerimise käigus tekkinud heitgaaside hulk jääks mõlemal variandil vahemikku 23-27% kogu hulgast. Uue hoone ehitamisel ja samade materjalide kasutamisel oleks kehastunud süsiniku hulk 86% kogu heitgaaside tekke mahust (Joonis 5). Hoone soojustamisel oleks optimaalne kasutada tselluvilla, kuna see soojustusmaterjal mõjutab kõige vähem hoone süsinikjalajälge ja olelusringi antud töös tehtud uurimuste põhjal.



Joonis 3. Vabrikuväljak 6 kehastunud süsiniku kogus tselluvillaga soojustamisel



Joonis 4. Vabrikuväljak 6 kehtastunud süsiniku kogus mineraalvillaga soojustamisel



Joonis 5. Vabrikuväljak 6 kehtastunud süsiniku kogus uue hoone ehitamisel

KOKKUVÕTE

Tulenevalt muinsuskaitse eritingimustest on miljööväärtusliku hoone rekonstrueerimine ja energiatõhusamaks muutmine üsnagi keeruline, kuid muutuvate normide ja nõuete tõttu tuleb iga hoone puhul vaadata, kuidas neid eesmärke saavutada. Ette antud nõuded piiravad väga palju hoonega tehtavat ja selle juures muudetavat, kuid annab ka kindlad raamid mille järgi tegutseda. Hoonet on võimalik muuta energiatõhusaks erinevate lahendustega, kui see tuleb põhjalikult läbi mõelda enne ehitama hakkamist.

Töös seati eesmärgiks leida erinevaid võimalusi muinsuskaitse all oleva hoone rekonstrueerimiseks, et parandada selle energiatõhusust, kuid säilitada miljööväärtuslik väljanägemine. Arvesse tuli võtta muinsuskaitse poolt seatud eritingimusi ja hoone seisukorra poolt seatud piire, et saavutada energiatõhususarvu klass A. Töös leiti hoone hetke olukorra energiatarbimine KEK arvutuse teel milleks oli $117,76 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$ ja koostati ETA arvutus, et leida hoone energiatarbimine kui see oleks igapäevaselt kasutuses. Arvutuse tulemuseks saadi $342 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$ ning sellise tulemusega kuulub hoone hetkel energiatõhususarvu klassi G ja ei vasta energiatõhususe miinimumnõuetele. Kui soovitakse hoonet kasutada aastaringselt ja iga päev avaliku hoonena, siis oleks mõistlik teha läbi rekonstrueerimine, et parandada aastast energiatarbimist. Kui lähtuda muinsuskaitse eritingimustest, mis keelab hoone välisgabariitide juurde-, peale- ja ümberehitamise, aga lubab soojustada põrandad ja pööninglae, siis oleks mõistlik paigaldada hoonesse maasoojuspump, soojustada põrandad ja pööninglagi ning krohvida seinad roomattidel lubikrohviga. Lisaks tasuks paigaldada akendele kolmekordsed klaaspaketid sisemistele raamidele, et vähendada soojakadu läbi akende. Eelistada võiks maasoojuspumpa, kuna pelletkatlaga ei ole võimalik saavutada energiatõhususarvu klassi C, isegi kui soojustada hoone täielikult mineraalvillaga. Pelletkatla soojusenergia tarbimine oleks niivõrd suur antud hoone puhul, et sellega on parim võimalik saavutatav energiatõhususarvu klass D. Välja toodud lahendusega, mis on vastavuses muinsuskaitse eritingimustega ja kus kasutatakse maasoojuspumpa on võimalik vähendada aastane energiatarbimine $198 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$, mis annaks hoonele energiatõhususarvu klassi C. Aastast energiatarbimist on võimalik vähendada veelgi, kui vahetada välja välisseinte soojustus mineraalvilla vastu. Antud lahenduse puhul väheneks aastane energiatarbimine $192 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$. Hoonet oleks võimalik saavutada energiatõhususarvu klass A päikesepaneelidaga, kuid kuna tegemist on muinsuskaitse all oleva hoonega ja ka hoone kinnistu kuulub sinna alla, siis ei ole võimalik päikesepaneele kasutada.

Töö teises osas vaadeldi millist mõju avaldaks erinevate materjalide kasutamine hoone rekonstrueerimisel. Soojustades hoone tselluvilla või mineraalvillaga oleks süsinikdioksiid heitgaaside kogus materjalide elukaare ajal samas suurusjärgus, ligikaudu 288 000 kg 50 aastase kasutusperioodi jooksul. Samalaadse hoone ehitamisel täiesti uute materjalidega algusest lõpuni oleks heitgaaside hulk ligikaudu 11% suurem. Suurim heitgaaside kogus mõlema variandi puhul tekiks materjalidest. Täpsemalt nende tootmisest, kasutusest ja utiliseerimisest. Kõige optimaalsem oleks kasutada rekonstrueerimisel tselluvilla soojustusmaterjalina, kuna see on kõige väiksema keskkonnamõjuga materjal ja vastaks ikkagi energiatõhususe miinimumnõuetele.

Lõputöö tulemusi vaadates võib öelda, et hoonel on võimalik saavutada energiatõhususarvu klass C, kuid antud tingimustes ja piiranguid arvestades ei ole A klass saavutatav. Väljatoodud lahendusi kasutades saavutaks hoone parema sisekliima ja väiksemad kulud, mis muudaks hoone ülalpidamise lihtsamaks nii rentnikutele kui ka linnale. Linnas säiliks kultuuriliste objektide osakaal, mis aitab säilitada selle ilmet ja omapära.

SUMMARY

Reconstruction and Energy Efficiency Analysis of a Building Under Heritage Protection

Due to the special conditions of heritage protection, it is rather difficult to reconstruct a building of cultural and environmental value and make it more energy-efficient. The requirements highly restrict what can be done and how the building can be altered but they also provide a strict operating framework.

The aim of the thesis was to find various ways for reconstructing a building under heritage protection to improve its energy efficiency, while maintaining an appearance of cultural and environmental value. To achieve an energy efficiency class A, the special conditions of heritage protection and the limits that the state of the building imposed had to be taken into account. In the project, the current energy consumption of the building was determined via KEK calculation, which is $177,76 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$ and an ETA calculation which states the energy consumption of the building when it is in year-round use. The outcome of the calculation was $342 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$. With this result, the building currently belongs to energy efficiency class G and is not particularly energy-efficient. If the building is designed for public use, daily and year-round, it would be wise to reconstruct it to improve the annual energy consumption. Following the special conditions of heritage protection, which prohibit additions, extensions and alterations to the external gauges of the building, but allow the floors and the attic ceiling to be insulated, it would be reasonable to install a geothermal pump in the building, insulate the floors and the attic ceiling, and plaster the walls with lime plaster over reed mats. In addition, triple-glazed windows should be installed on the interior frames to reduce heat loss through the windows. A geothermal pump is preferred, since it is impossible to achieve the energy efficiency class C with a pellet boiler, even if the building is completely insulated with mineral wool. The heat consumption of a pellet boiler would be so high that at best, energy efficiency class D could be reached. With the aforementioned solution, which complies with the special conditions of heritage protection and includes a geothermal pump, it is possible to reduce the annual energy consumption to $198 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$, which would give the building energy efficiency class C. Annual energy consumption can be reduced even more by replacing the insulation of external walls with mineral wool. With this solution, the annual energy consumption would decrease to $192 \text{ kWh}/(\text{m}^2 * \text{a})$. Energy efficiency class A could be achieved with solar panels, but since the building is under heritage protection and this includes the immovable property of the building, it is not possible to use solar panels.

The second part of the project focused on the impact that the use of different materials would have when reconstructing the building. By insulating the building with cellulose wool or mineral wool, the carbon dioxide emissions would be roughly the same throughout the life cycle of the materials, approximately 288 000 kg over a 50 year period of use. If a similar building would be built with completely new materials from start to finish, the amount of emissions would be approximately 11% higher. The highest amount of emissions in both versions would be caused by the materials. More precisely, by their production, use and disposal. It would be optimal to use cellulose wool as an insulation material during reconstruction, since it has the smallest environmental impact and would still meet the minimum energy efficiency requirements.

Based on the results of the thesis, it can be said that the building can achieve energy efficiency class C, but considering the given conditions and limits, reaching energy efficiency class A is not achievable. By using the outlined solutions, the building would achieve a better indoor climate and lower costs, which would make it easier for the tenants and the city to maintain the building. Also, the proportion of cultural objects would be maintained in the city, helping to preserve its appearance and distinctive characteristics.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] R. Teataja, „Hoone energiatõhususe arvutamise metoodika,“ Majandus- ja taristuministeerium, 01 juuli 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/109062015021?leiaKehtiv>. [Kasutatud 29 aprill 2023].
- [2] R. Teataja, „Nõuded energiamärgise andmisele ja energiamärgisele,“ Riigi Teataja, 1 juuli 2015. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/106052015002?leiaKehtiv>. [Kasutatud 25 aprill 2023].
- [3] Z. Quist, „Ecochain,“ Ecochain, 23 märts 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://ecochain.com/knowledge/life-cycle-assessment-lca-guide/>. [Kasutatud 02 mai 2023].
- [4] K. L. Janek Kurnitski, „Ehitusest,“ aprill 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://ehitusest.ee/uudis/2022/04/04/hoone-susinikujalajalg/>. [Kasutatud 04 mai 2023].
- [5] M. Ciucci, „Energiatõhusus,“ Teabeleht Euroopa Liidu kohta, september 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/et/sheet/69/energiatohusus>. [Kasutatud 03 mai 2023].
- [6] Mari, „Kalevivabriku elamu muinsuskaitse eritingimused restaureerimistöödeks,“ 2013. [Võrgumaterjal]. Available: <https://register.muinas.ee/public.php?menuID=monument&action=view&id=23583>. [Kasutatud 30 aprill 2023].
- [7] M.-. j. K. ministeerium, „Ehitisregister,“ Majandus- ja Kommunikatsiooni ministeerium, 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://livekluster.ehr.ee/ui/ehr/v1>. [Kasutatud 01 mai 2023].
- [8] O3 Technology, „KEK,“ O3 Technology, 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://o3.ee/kek/>. [Kasutatud 01 mai 2023].
- [9] Kredex, „Kredex,“ Kredex, [Võrgumaterjal]. Available: <https://kredex.ee/et/energiatohusus-uuringud-ja-andmed/kraadpaevad>. [Kasutatud 25 aprill 2023].
- [10] T. T. k. i. Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus, „Korterelamute energiaauditite koostamise juhend,“ Kredex, Tallinn, 2015.
- [11] Majandus- ja taristu ministeerium, „Kütuse tarbimisaine alumised kütteväärtused,“ Riigi Teataja, Tallinn, 2015.
- [12] O3 Technology, „Energiatõhususarv,“ O3 Technology, 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://o3.ee/energiatohususarv/>. [Kasutatud 01 mai 2023].

- [13] EQUA, „IDA Indoor Climate and Energy,“ EQUA, 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.equa.se/en/ida-ice>. [Kasutatud 01 mai 2023].
- [14] T. Masso, Ehitusfüüsika ABC, Tallinn: Ehitame kirjastus, 2012.
- [15] T. Tehnikaülikool, „Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga,“ Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2011.
- [16] T. Kalamees, „Hoone piirdetarindi soojuslähivuse arvutusjuhend; EVS908-1:2016,“ Eesti Standardikeskus, Tallinn, 2016.
- [17] E. standardikeskus, „Hoone soojuslik toimivus, EVS-EN ISO 13370:2017,“ Eesti standardikeskus, Tallinn, 2017.
- [18] V. OÜ, „villuvennad.ee,“ 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://villavennad.ee/materjalid/tselluvill/>. [Kasutatud 03 mai 2023].
- [19] T. Tiirmann, „Põrandaküte ja kattematerjal - kuidas need kokku sobitada?,“ maasoojus.ee, 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://maasoojus.ee/porandakute-ja-kattematerjal-kuidas-need-kokku-sobitada/>. [Kasutatud 03 mai 2023].
- [20] T. Tehnikaülikool, „Liginullenergia eluhooned - väikemajad,“ detsember 2017. [Võrgumaterjal]. Available: https://kredex.ee/sites/default/files/2019-03/Liginullenergia_eluhooned_Vaikemaja_juhend.pdf. [Kasutatud 3 mai 2023].
- [21] T. Tehnikaülikool, „Liginullenergia elamuhooned - rida- ja korterelamud,“ November 2017. [Võrgumaterjal]. Available: https://kredex.ee/sites/default/files/2019-03/Liginullenergia_eluhooned_Rida_ja_korterelamu_juhend.pdf. [Kasutatud 3 mai 2023].
- [22] R. Teataja, „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded,“ Ettevõtlus- ja infotehnoloogiaminiseerium, 11 detsember 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/107072020011?leiaKehtiv>. [Kasutatud 29 aprill 2023].
- [23] M.-. j. taristuministeerium, „Kaalutud energiakasutuse ja energiatõhususarvu klassi määramine,“ 30 aprill 2015. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/akt/1070/7202/0013/Lisa_3.pdf#. [Kasutatud 30 aprill 2023].
- [24] B. Certification, „bmcertification.com,“ 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://ee.bmcertification.com/olelusringi-hindamine-inglise-keeles-life-cycle-assessment-lca-toote-keskkonnadeklaratsioon-inglise-keeles-environmental-product-declaration-epd/?gclid=CjwKCAjwjMiiBhA4EiwAZE6jQ_Z5HBiSLKNXR010LikclFzMKvQotU_WbJYsMVksnQi067x. [Kasutatud 3 mai 2023].

- [25] O. planet, „ONE Click LCA,“ One planet, 12 november 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.oneplanetnetwork.org/knowledge-centre/resources/one-click-lca>. [Kasutatud 3 mai 2023].

LISAD

Lisa 1. Hoone ruumide detailne kirjeldus

Lisa 2. Hoone algolukorra energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 3. Variant 1 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 4. Variant 2 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 5. Variant 3 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 6. Variant 4 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 7. Variant 5 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 8. Variant 6 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 9. Variant 7 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 10. Variant 8 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 11. Variant 9 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 12. Variant 10 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Lisa 1. Hoone ruumide detailne kirjeldus

Tuulekoda

Tuulekojas on katteliistlaudisega lagi ja kipsplaat seinad, mille seisukord on hea. Põrand on kaetud kahhelplaatidega. Tuulekojas asub hoone elektrikilp. Uste seisukord on hea, kuid vajaksid uuesti värvimist, kuna vana värvikiht koorub. Ruumi tuleb rajada uus laudpõrand ja põrandat on lubatud alt poolt soojustada. [6]



Foto 5. Vabrikuväljak 6 tuulekoda

Esik

Esiku lakke on paigaldatud puitlaastplaat ja seinad on paigaldatud vineer, mis on kaetud värviga. Põrandale on paigaldatud linoleumkate, mille all on vana linoleumkate ja selle all algne laudpõrand. Ruumi seisukord on hea. Esikust läheb teisele korrusele trepp, mille värv koorub, kuid üldine

seisukord on hea. Trepikoja seintest üks on kaetud lubikrohviga ja teises seinas on kipsplaat. Trepikoda ja esikut eraldab uks, mis on algset päritolu ja vajaks taastamist. Hinged roostetavad ja uks on vajunud. Muinsuskaitse poolt on lubatud eemaldada laest hilisemat päritolu puitlaastplaat ja tuleb säilitada ning restaureerida algsed laudlaed. Kui ei võeta kasutusele pööningut, siis võib laepealse soojustada tselluvillaga ja tuleb rajada käiguteed. Esiku seintelt tuleb eemaldada kipsplaat ja taastada algne viimistlus, milleks on valge lubikrohv. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud välisseina paigaldada roomatid ja need omakorda krohvida valge lubikrohviga. Esiku põrandat on lubatud soojustada, kuid esmalt tuleb eemaldada linoleum ja taastada algne põrandalaud. Põrandad tuleb puhastada värvist ja uue kattena võib kasutada õlitamist, vahatamist, seebitamist, katmist naturaalse linaõlivärviga või lakkimist. [6]



Foto 6. Vabrikuväljak 6 esik

Kohviku söögi- ja teenindussaal

Söögi- ja teenindussaali lage katab puitkiudplaat, seinad on kaetud kipsplaadi ja tapeediga. Põrandat katab parkett, mille all on puitlaastplaat ja selle all omakorda originaalsetest laudadest põrand. Põrand on kohati ruumi keskelt vajunud. Ruumi põhjapoolses seinas vasakus nurgas on ahi ja soemüür. Müür jookseb ahjust vasakult läänepoolses seinas 2 meetrit ukse poole ja põhjapoolses seinas ahjust paremale 30 cm kuni ukseni. Töötajate puhketoa ja teenindussaali vahelise ukseava juures on näha seinakonstruktsiooni, milleks on rõhtpalk kaetud lubikrohviga. Akende seisukord on hea, kuid värv koorub ja vajaksid taastamist. Üldine ruumi seisukord on rahuldav. Ruumis on lubatud eemaldada laest hilisemat päritolu puitlaastplaat ja tuleks säilitada ning restaureerida algsed laudlaed. Kui pööningut ei võeta kasutusele, siis võib laepealse soojustada tselluvillaga ja tuleks rajada käiguteed. Seintelt tuleb eemaldada hilisemat päritolu kipsplaat ja tapeedid ning tuleks taastada algne viimistlus, katta lubikrohviga. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud põrandaid soojustada ja välisseinu krohvida lubikrohviga roomattidel. Ruumi põrand tuleks taastada algsel kujul ning eemaldada parkett, puitlaastplaat ja säilitada algsed põrandalauad. Põrandalaua, mida ei ole võimalik taastada, tohib asendada, aga selleks peab kasutama kõrgkvaliteetset okaspuitu. Põrandad tuleks puhastada värvist ja seejärel õlitada, vahatada, seebitada, katta naturaalse linaõlivärviga või lakkida. [6]



Foto 7. Vabrikuväljak 6 teenindus- ja söögisaal

Kohviku söögisaal

Kohviku söögisaali lakke on paigaldatud puitkiudplaat ning seinu katab kipsplaat ja tapeet. Välissein on kaetud kipsplaadi ja värviga. Põrandale on paigaldatud parkett, selle all on puitkiudplaat ja originaalsetest laudadest põrand ning kohati esineb vajumist ruumi keskel. Akende seisukord on hea, kuid värv koorub ning vajaks taastamist. Teenindussaali ja söögisaali eraldab 2,5 meetri laiune uks. Toa põhjapoolses seinas, vasakus nurgas asub ahi ja soemüür, mis jookseb ahjust vasakule kuni seinani ja ahjust paremale kuni ukseni, umbes 30-40 cm. Ruumi laest on lubatud eemaldada hilisemat päritolu puitlaastplaat ja tuleks säilitada ning restaureerida algsed laudlaed. Kui pööningut ei võeta kasutusele, siis võib laepealse soojustada tselluvillaga ja tuleks rajada käiguteed. Seintelt tuleb eemaldada hilisemat päritolu kipsplaat ja tapeedid ning taastada algne viimistlus kattes seinu lubikrohviga. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud välisseinte krohvimine roomattidel ning põrandate soojustamine. Ruumi põrand tuleks taastada algsel kujul, eemaldades parkett ja puitlaastplaat ning säilitada algsed põrandalauad kasutades selleks kõrgekvaliteedilist okaspuitu. Põrandad tuleb puhastada värvist ja uue kattena võib kasutada õlitamist, vahatamist, seebitamist, katmist naturaalse linaõlivärviga või lakkimist. [6]



Foto 8. Vabrikuväljak 6 söögisaal

Kohviku köök

Ruumi lakke on paigaldatud puitkiudplaat ja põrand on kaetud linoleumkattega. Selle all on puitlaastplaat ja originaalsetest laudadest põrand. Seinad on kaetud kipsplaadiga, mis on omakorda kaetud värviga. Köögi laest on lubatud eemaldada hilisemat päritolu puitlaastplaat ja tuleks säilitada ning restaureerida algsed laudlaed. Kui pööningut ei võeta kasutusele, siis on lubatud laepealne soojustada tselluvillaga ning tuleks rajada käiguteed. Seintelt tuleks eemaldada hilisemat päritolu kipsplaat ja tapeedid ning katta lubikrohviga nagu algselt. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud välisseinte krohvimine roomattidel ning põrandate soojustamine. Ruumi põrandakate tuleb taastada algsel kujul ning eemaldada linoleum, puitlaastplaat ja säilitada algsed põrandalauad kasutades selleks kõrgekvaliteedilist okaspuitu. Põrandad tuleks puhastada värvist ja katta õli, vaha, naturaalse linaõlivärviga või lakiga. [6]



Foto 9. Vabrikuväljak 6 kohviku köök

Töötajate puhkeruum

Ruumi lagi on kaetud puitlaastplaadiga, seinad on kaetud kipsplaadiga, mis on omakorda värvitud. Põrandat katab vineer, mille all on originaalsetest laudadest põrand. Ruumis põhjapoolses seinas on aken millel puudub sisemine raam. Antud ruumi läänepoolne sein ei ole algupärane ja on lubatud

eemaldada. Samas seinas paikneb ka ahi, uksest vasakule. Ahju soemüür jookseb uksest kuni seinani, ligikaudu 1-1,2 m. Lubatud on eemaldada hilisemat päritolu puitlaastplaat laest ja tuleks säilitada ning restaureerida algsed laudlaed. Kui ei võeta kasutusele pööningut, siis võib laepealse soojustada tselluvillaga ja tuleks rajada käiguteed. Ruumi põrandale võib soojustada, tuleks taastada algsel kujul, eemaldada puitlaastplaat ning säilitada algsed põrandalauad ja kasutada selleks kõrgekvaliteedilist okaspuitu. Põrandad tuleks puhastada värvist ja katta õli, vaha, naturaalse linaõlivärviga või lakiga. [6]



Foto 10. Vabrikuväljak 6 töötajate puhkeruum

Veranda ja tualetid

Ruumi lage katab puitkiudplaat, seintele on paigaldatud kipsplaat ja põrandale on paigaldatud kahhelplaadid. Nõukogude ajal on verandat laiendatud ja sinna ehitatud tualettruumid. Eritingimuste järgi tuleks taastada veranda algsed gabariidid ja konstruktsioon. Selle tõttu tuleks tualettruumid liigutada hoonesse sisse ja projekteerida ümber kanalisatsioonisüsteem. [6]



Foto 11. Vabrikuväljak 6 veranda ja tualetid

Laste mängunurk

Ruumi lagi on kaetud puitkiudplaadiga, mille all on algne linaõlivärviga viimistletud laudlagi. Seinad on kaetud kipsplaadiga, mis on omakorda kaetud tapeediga. Põrand on kaetud värvitud põrandalauadega. Puhketoa ja laste mängunurga vaheline sein on hilisemat päritolu ning lubatud lammutada. Ruumis asub kaks ahju, millega köetakse kõrval asuvat töötajate puhkeruumi ja teenindussali. Ahjude seisukord on rahuldav. Ahjud võib lammutada ja asendada uute lihtpottidest ahjudega. Laest tuleks eemaldada hilisemat päritolu puitlaastplaat ja tuleb säilitada ning restaureerida algsed laudlaed. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud soojustada lagi tselluvillaga, krohvida välissein roomattidel lubikrohviga ja soojustada põrand. Seintelt tuleks eemaldada hilisemat päritolu kipsplaat ja tapeedid ning taastada algne seisukord kattes need lubikrohviga. Ruumi põrand tuleb taastada algsel kujul ning säilitada algsed põrandalauad kasutades selleks kõrgekvaliteedilist okaspuitu. Põrandad tuleks puhastada värvist ja katta õli, vaha, naturaalse linaõlivärviga või lakiga. [6]

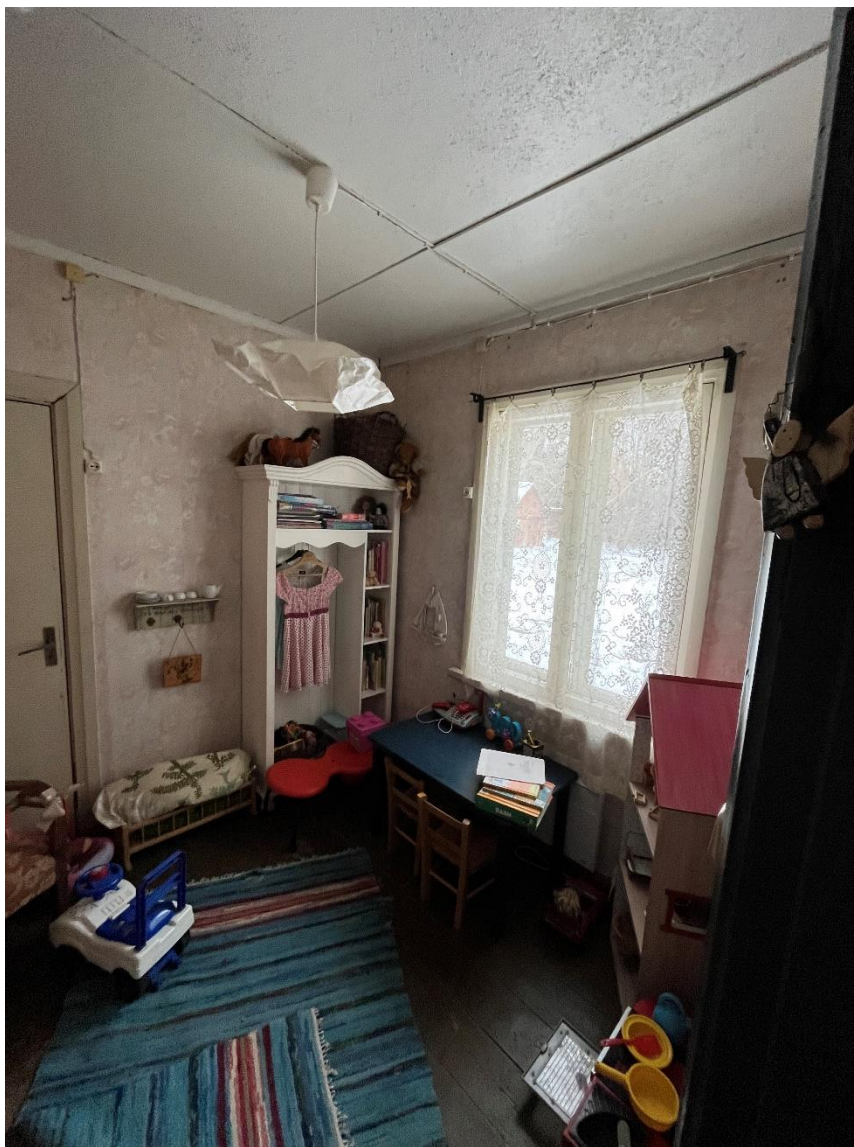


Foto 12. Vabrikuväljak 6 laste mängunurk

Käsitöö ja koolituste ruum

Ruumi lakke on paigaldatud puitkiudplaadid. Lae seisukord on avariiline, kuna ta on vajunud. Seinad on kaetud kolmest küljest kipsplaatidega ja tapeediga ning neljas sein on soemüür. Algselt on selles seinas olnud uks, mis on lubatud taastada. Põrand on kaetud puitlaastplaadiga, mille all on omakorda originaalsetest laudadest põrand. Ruumi põhjapoolsesse seina on tehtud sondaaž, kus on näha välisseina algset konstruktsiooni, milleks on rõhtpalksein kaetuna lubikrohviga. Ruumi lakke on tehtud sondaaž, kus on näha algseid laelaudasid, mis on kaetud puitkiudplaadiga ja selle peale on paigaldatud sõrestik ning puitkiudplaat. Ruumile tuleb rajada uus lagi arvestades algset konstruktsioonitüüpi. Seintelt tuleks eemaldada hilisemat päritolu kipsplaat ja tapeedid ning katta valge lubikrohviga. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud soojustada lagi tselluvillaga,

krohvida välissein roomattidel lubikrohviga ja soojustada põrand. Ruumi põrand tuleb taastada algsel kujul ning eemaldada puitlaastplaat, säilitada algsed põrandalauad ja kasutada selleks kõrgekvaliteedilist okaspuitu. Põrandad tuleks puhastada värvist ja katta õli, vaha, naturaalse linaõlivärviga või lakiga. [6]

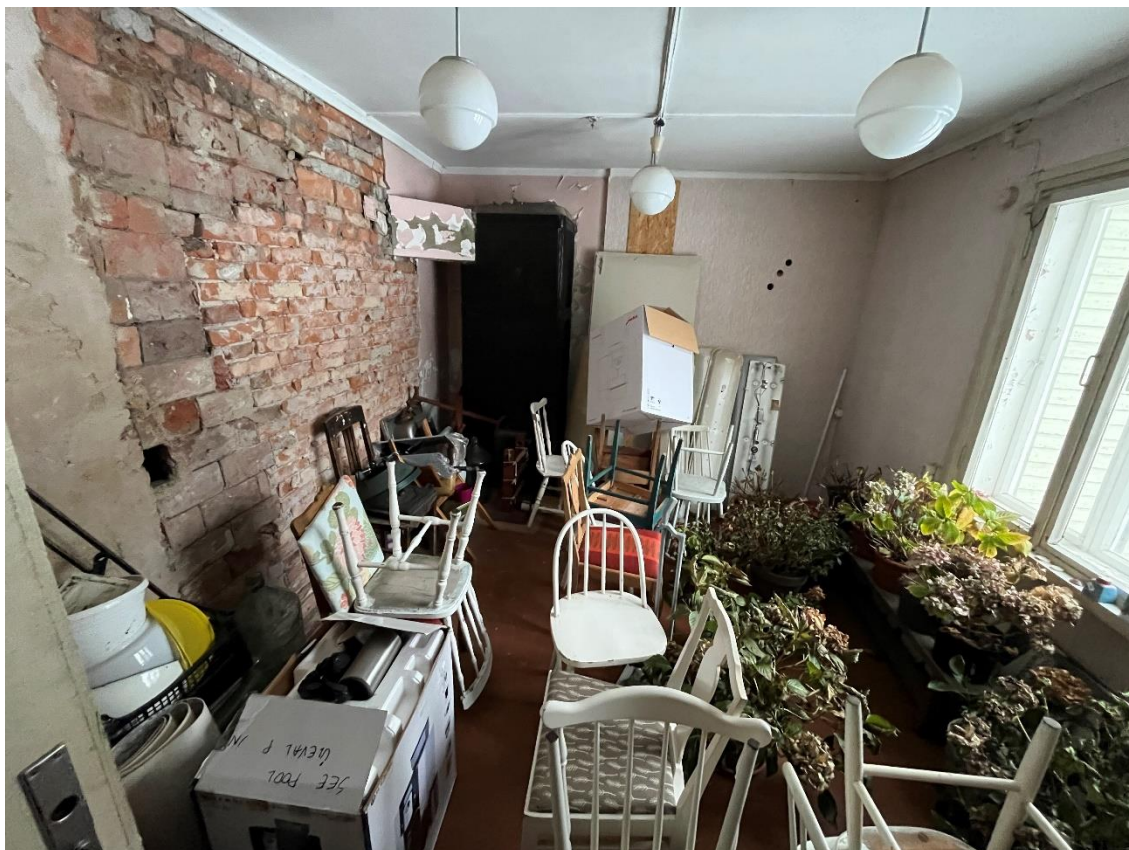


Foto 13. Vabrikuväljak 6 käsitöö ja koolistuste ruum

Mantelkorsten

Ruumil on võlvitud tellistest silindervõlviga lagi ja lubikrohviga kaetud tellismüürid. Ruumi seisukord on avariiline, kuna korstna lagi on lohku vajunud ja krohv seintel kahjustunud. Põrandat katab linoleumkate, mille all on vana linoleumkate ja algsed põrandalauad. Ruumi laele tuleks anda insenertehniline hinnang ja leida võimalikud restaureerimislahendused. Vajadusel tuleks teostada ruumi seinte hüdroisoleerimine kapilaarniiskuse tõkestamiseks. Ruumi põrand tuleks taastada algsel kujul ja soojustada. Tuleks eemaldada linoleum, puitlaastplaat, säilitada algsed põrandalauad ja kasutada selleks kõrgekvaliteedilist okaspuitu. Põrandad tuleks puhastada värvist ja katta õli, vaha, naturaalse linaõlivärviga või lakiga. [6]



Foto 14. Vabrikuväljak 6 mantelkorsten

Käsitööpood

Ruumi lage katab puitkiudplaat, seinad on kaetud kipsplaadiga ja tapeediga. Põhjapoolses seinas on soemüür, mis on kaetud lubikrohviga ja värvitud valgeks. Põrandat katab parkett, puitlaastplaat ja selle all originaalsetest laudadest põrand. Põrand on keskel vajunud ja vajaks taastamist. Ruumist on välja lõhutud ahi ja paigaldatud uus küttekeha kamina näol. Vana ahju asemel on põrandast laeni ava tagumisse tõesuppa. Ruumi laest on lubatud eemaldada hilisemat päritolu puitlaastplaat ja tuleks säilitada ning restaureerida algsed laudlaed. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud soojustada lagi tselluvillaga, krohvida välissein roomattidel lubikrohviga ja soojustada põrand. Seintelt tuleb eemaldada hilisemat päritolu kipsplaat, tapeedid ja taastada algne lubikrohv viimistlus. Ruumi põrand tuleb taastada algsel kujul. Eemaldada parkett, puitlaastplaat, säilitada algsed põrandalauad ja

kasutada selleks kõrgekvaliteedilist okaspuitu. Põrandad tuleks puhastada värvist ja katta õli, vaha, naturaalse linaõlivärviga või lakiga. [6]



Foto 15. Vabrikuväljak 6 käsitööpood

Töötuba

Ruumi lakke on paigaldatud puitkiudplaat. Seinud katab kipsplaat ja tapeet ning põrandale on paigaldatud parkett, mille all on puitlaastplaat ja originaalsetest laudadest põrand. Toa põhjapoolses seinas on vanast välja lõhutud soojamüüri asukohast näha vaheseina lõiget, kus on näha siseseinte konstruktsiooni, 20 cm ristlõikega rõhtpalksein lubikrohvi kattega. Ruumi laest on lubatud eemaldada hilisemat päritolu puitlaastplaat ja säilitada ning restaureerida algsed laudlaed. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud soojustada lagi tselluvillaga, krohvida välissein roomattidel lubikrohviga ja soojustada põrand. Seintelt tuleks eemaldada hilisemat päritolu kipsplaat ja tapeedid ning taastada algne lubikrohvi viimistlus. Ruumi põrand tuleb taastada algsel kujul ning eemaldada parkett, puitlaastplaat, säilitada algsed põrandalauad ja kasutada selleks kõrgekvaliteedilist okaspuitu. Põrandad tuleks puhastada värvist ja katta õli, vaha, naturaalse linaõlivärviga või lakiga. [6]



Foto 16. Vabrikuväljak 6 töötuba

Laoruum

Ruumi lage katab puitkiudplaat ja seinad on kaetud kipsplaadi ning tapeediga. Põrandale on paigaldatud parkett, mille all on puitlaastplaat ja originaalsetest laudadest põrand. Ruumi idapoolses seinas on ahi, mida ei kasutata. Ahjust vasakule jookseb soemüür, kuni 40 cm. Ahju on lubatud lammutada, kui see asendatakse uue lintpottidest ahjuga. Laest on lubatud eemaldada hilisemat päritolu puitlaastplaat ja tuleb säilitada ning restaureerida algsed laudlaed. Hoone soojapidavuse tõstmiseks on lubatud soojustada lagi tselluvillaga, krohvida välissein roomattidel lubikrohviga ja soojustada põrand. Seintelt tuleks eemaldada hilisemat päritolu kipsplaat ja tapeedid ning viimistleda lubikrohviga. Ruumi põrand tuleb taastada algsel kujul, eemaldada parkett, puitlaastplaat, säilitada algsed põrandalauad ja kasutada selleks kõrgekvaliteedilist okaspuitu. Põrandad tuleks puhastada värvist ja katta õli, vaha, naturaalse linaõlivärviga või lakiga. [6]



Foto 17. Vabrikuväljak 6 laoruum

Panipaik

Ruumi lakke on paigaldatud puitkiudplaat ja seinu katab horisontaalne punnlaudis. Põrandale on paigaldatud vineer. Ruum on hilisem juurdeehitis ja see on lubatud lammutada. [6]



Foto 18. Vabrikuväljak 6 panipaik

Pööningukorrusel paiknev köök-tuba

Ruumi lakke on paigaldatud valgeks lubjatud talalagi, mida katab paber. Seinad on sõrestikkonstruktsioon, mis on kaetud tapeediga. Põrandale on paigaldatud laiad põrandalauad. Ruumi seinad ja lagi on soojustatud saepuru ja sambla seguga. Ruumi seisukord on avariiline ja seda ei plaanita kasutusse võtta. Kui ruum võetakse kasutusse, siis tuleks ruumi lagi korrastada ja katta valge lubivärviga ning soojustada tselluvillaga. Soojapidavuse tõstmiseks on lubatud soojustada lagi tselluvillaga, krohvida välissein roomattidel lubikrohviga ja soojustada põrand. Põrandad tuleks puhastada värvist ja katta õli, vaha, naturaalse linaõlivärviga või lakiga. [6]



Foto 19. Vabrikuväljak 6 pööningukorrusel asuv köök-tuba

Katus ja laepealne

Hoonel on pennsarikaskonstruktsioon ja rood- ning luipsarikatega kelpkatus, mida katavad punased savikivid. Katuse konstruktsiooni seisukord on hea, kuid pole ilmastikukindel. Katuse konstruktsioon pole soojustatud ja puhub läbi. Lagi on kaetud eri tüüpi prahi ja liivaga ning soojustatud saepuru ja lubja seguga. Köök-toa ees ja taga on laetaladele paigaldatud lauad käiguteeks. Hoone välisgabariitide muutmine, peale,- juurde,- ümberehitused ei ole lubatud ning tuleks säilitada ja taastada algne katusekuju ja tarindusviis. Harja- ja viilukivid ning korstna läbiviigud tuleks tihendada lubitsemementmördiga. Kui pööningut ei võeta kasutusele, siis võib laepealse soojustada tselluvillaga ja tuleks rajada käiguteed. Enne soojustamist tuleb tagada katuse ilmastikukindlus. Hoone põhjapoolsed juurdeehitised tuleks lammutada koos plekk-katusega. Taastatavale verandale tuleks rajada tsingitud terasplekist katus. [6]



Foto 20. Vabrikuväljak 6 kastus ja laepealne

Hoone vundament ja fassaad

Vundamendi seis on rahuldav ning hoone on idapoolsest küljest vajunud, kuna ei ole piisavat kallet vee hoonest eemale juhtimiseks. Hoone sokkel on laotud pae-, maa- ja telliskivist. Sokliosa on lagunenu ja lubimört kahjustunud. Soklisse on paigaldatud tuulutused, et tagada ventileeritus, sest hoonel on alt tuulutatav põrand. Juhul, kui põrandaid ei soojustada alt poolt, siis tuleb korrastada kõik tuulutused, et tagada põrandaaluste ventileeritus. Kui põrand, soojustatakse tuleb tuulutused sulgeda. Perspektiivis tuleb lõunapoolsele eeskojale rajada uus paekivist sokkel ja kahe astmeline paekivist või puidust trepp, kui ehitatakse välja uus veranda. [6]

Hoone välisseinad on kaetud 18 cm laudadega, mille seisukord on rahuldav. Värv koorub ning nurgakatted on kahjustatud. Veelauad ja nurgalauda on kohati mädanenud. Aknaplekid roostetavad ja vajaksid väljavahetamist. Laudis tuleks puhastada lahtisest värvist ja viimistleda ookerkollase

linaõlivärviga. Tuleks paigaldada uued soklit kaitsvad veelauad. Hoone lõuna ja põhjapoolses küljes tuleks tuulekoja ja hoone keskosas asendada laudis 18 cm laiuste laudadega, mida on näha töös olevatel fotodel (Foto 1-4). [6]

Aknad

Hoonel on kolmese ruudujaotusega topeltraamidega puit aknad. Need on hilisemal perioodil algsete vastu välja vahetatud, kuid on säilitanud originaalse ilme. Aknad on heas korras, kuid vajaksid uut värvikihti ja ajastutruusid metallmanuseid. Eritingimuste kohaselt on lubatud kõikide akende sisemistele raamidele paigaldada pakettklaasid. [6]



Foto 21. Vabrikuväljak 6 aken

Uksed

Hoonel on kaks välisust. Üks kaheleheline klaasakendega tahveluks tuulekojas hoone lõunapoolses küljes ja üks tavaline tahveluks põhjapoolses küljes. Uued ja ajastukohased uksed tuleks kruntida linaõlikrundiga ja värvida valge linaõlivärviga. [6]



Foto 22. Vabrikuväljak 6 välisuks

Lisa 2. Hoone algolukorra energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed									
Arvutustsoonide arv	18								
Küttesüsteemi tüüp	Ahjuküte								
-soojuse tootmine ja kütus	Soojamüürid								
-soojuse jaotamine	Loomulik ventilatsioon								
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	ei ole								
Jahutussüsteem (on/ei ole)	Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine								
Õhulekkearu väärtuse allikas	Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslääbivuste kataloog								
Joonsoojuslääbivuse väärtuse allikas									

Soojuskadu läbi piirdetarindi				Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslääbivuste				Õhulekest tingitud soojuskadu			
Piirdetarind	g	U_{ij}	A_{ij}	$H_{juhtivus}$	Joon- või punktsoojuslääbivus	Ψ_{ij}	I_{ij}	H_{joonsi}	Omadus	Suurus	
	-	W/(m ² ·K)	m ²	W/K	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K			
Välissein 400		0,50	116,20	58,1	Välissein-välissein	0,05	23,40	1,170	Õhulekkearu q_{50} .	10,0	
Välissein 200		0,46	52,28	24,0							
Pööninglagi		1,21	217,71	263,4	Pööninglagi-välissein	0,15	73,98	11,097	$m^3/(h \cdot m^2)$		
Põrand, alt tuulutatav		0,71	217,71	154,6	Põrand pinnasel-välissein	0,40	69,03	27,612	A_{50} (välispiirded), m ²	630,7	
Välisuks		2,00	1,68	3,4	Akna seinakinnitus	0,03	83,05	2,492	Korruste arv (täisarv)	2,0	
Aken (põhi)	0,76	2,80	9,04	25,3	Ukse seinakinnitus	0,03	5,08	0,152	$\dot{V}_{50}$, m ³ /s	0,0730	
Aken (lõuna)	0,76	2,80	11,44	32,0	...	0,00	1,00	0,000			
Aken (ida)	0,76	2,80	2,24	6,3	...	0,00	1,00	0,000			
Aken (lääs)	0,76	2,80	2,36	6,6	...	0,00	1,00	0,000			
Kokku:		$H_{juhtivus}$, W/K		573,7		H_{joonsi} , W/K		42,5	$H_{õhuleke}$, W/K	88,0	
Välispiirde summaarne soojuserikadu					ΣH , W/K	704,3					
Välispiirde keskmine soojuslääbivus					$\Sigma H / A_{50}$	1,1					
Hoone kōetav pind					$A_{kōetav}$, m ²	217,7					
Hoone madala temperatuuriseadega pind					A_{madala} , m ²	24,2					
Välispiirde summaarne soojuserikadu kōetava pinna kohta					$\Sigma H / A_{kōetav}$	3,23					
				W/(m ² ·K)							

Ventilatsioonisüsteem					
Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,42	-	-	-	-

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/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ steemi võimsus ⁴	Soojus kW
	-	-	-	-	-	-
Ahi	0,6	1,00	-	0	-	-
Ventilatsiooni küte	0	0	-	-	0	-
Soe tarbevesi	1	1	-	-	-	-

³ esitatakse soojuspumpsüsteemide puhul

⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpsüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem				
Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵	Jahutuskadude tegur
	-	-	°C / °C	β_{je} , β_{jek} , β_{js} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul

⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus

Lokaalse taastuvenergia süsteemid			
Päikesepaneelid	Päikesekollektori aktiiv-pindala, m ²	Päikesepaneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimi-võimsus, kW
Päikesekollektor	0	0	

Vabasoojused					
Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	tundi päevas
W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Elamu	2	2,4	6	0,6	7
					24

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/

Energiaarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta							
Hoone kasutusotstarve	12615-Klubi, Rahvamaja					☐ Uusehitus ☐ Oluline rekonstrueerimine ☐ Rekonstrueerimine ☒ Olemasolev hoone	
Aadress	Vabrikuväljak 6, Kärkla, Hiiumaa vald						
Ehitusaasta	1897						
Kõetav pind	217,71	m ²					
Madala temp.seadega pind	24,2	m ²					
Netopind	217,71	m ²					
Energiaühik	342	kWh/(m² a)	(kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)				
Energiaühik	342	kWh/(m² a)	(kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)				

^B Energiaühik ilma lokaalselt toodetud elektrita

Energiaühik	Hangitud kütused		Tarnitud energia kWh/a	Tarnitud energia kWh/(a m ²)	Eksporditud energia kWh/a	Eksporditud energia kWh/(a m ²)	Kaalumis-tegur	Kaalutud energiaühik
	kogus/a	massi või mahuühik						
Elekter	-	-	10610,3	48,7	0	0,0	2,0	97,5
Ahjuküte	63	m ³	81812,3	375,79	-	-	0,7	244,26
Summa	-	-					-	342

Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia	Lokaalselt toodetud		Eksporditud		Omatarbe osakaal %
	kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/a	kWh/(a m ²)	
Soojusenergia päikesest	0	0,0			
Elekter päikesest	0	0,0	0	0,0	0
Summaarne energiaühik	Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)	

Küttesüsteem	Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)
Ruumide küte	-	81812	-	375,8
Ventilatsiooniõhu soojendamine		-	0,0	-
Tarbevee soojendamine	5442,75	-	25,0	-
Abiseadmete elekter	100	-	0,5	-
Ventilatsioonisüsteem ¹		-	0,0	-
Jahutussüsteem	-	-	-	-
Abiseadmete elekter	-	-	-	-
Valgustus	1144	-	5,3	-
Seadmed	3923	-	18,0	-
Summa (tehnosüsteemide summaarne energiaühik)	10610	81812	48,7	375,8

¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks

Netoenergiaühik	kWh/a	kWh/(a m ²)
Ruumide küte ²	49087,4	225,5
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³		0,0
Tarbevee soojendamine	5442,75	25,0
Ruumide jahutus	-	-
Ventilatsiooniõhu jahutus	-	-

² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis

³ arvutatud koos soojustagastusega

Arvutusprogrammi nimi ja versioon		
Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/

Lisa 3. Variant 1 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed									
Variant 1									
Arvutustsoonide arv	15								
Küttesüsteemi tüüp	Maasoojuspump								
-soojuse tootmine ja kütus	Radiaator								
-soojuse jaotamine	Mehaaniline ventilatsioonisüsteem								
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	ei ole								
Jahutussüsteem (on/ei ole)	Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine								
Õhulekkearu väärtuse allikas	Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslääbivuste kataloog								
Joonsoojuslääbivuse väärtuse allikas									

Soojuskadu läbi piirdetarindi					Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslääbivuste				Õhulekkest tingitud soojuskadu	
Piirdetarind	g	U_{Σ}	A_{Σ}	H_{juhtivus}	Joon- või punktsoojuslääbivus	Ψ_{Σ}	I_{Σ}	H_{joon}	Omadus	Suurus
	-	W/(m ² ·K)	m ²	W/K	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 400mm		0,20	128,95	25,8	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearu q_{50}	4,0
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6	Välissein-välissein			0,0		
Pööninglagi		0,18	203,97	36,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	m ³ /(h·m ²)	
Alt tuulutatav põrand		0,90	203,97	183,6	Alt tuulutatav põrand	0,40	65,95	26,4	A_{Σ} (välispiirded), m ²	593,6
Välisüks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{\Sigma}$, m ³ /s	0,0275
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (lääs)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Kokku:		H_{juhtivus} , W/K		293,8		H_{joon} , W/K		40,6	$H_{\text{õhuleke}}$, W/K	33,1
Välispiirde summaarne soojuserikadu				ΣH , W/K				367,5		
Välispiirde keskmine soojuslääbivus				$\Sigma H / A_{\Sigma}$				0,6		
Hoone kütav pind				$A_{\text{kütav}}$, m ²				204,0		
Hoone madala temperatuuriseadega pind				A_{madala} , m ²				0,0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kütava pinna kohta				$\Sigma H / A_{\text{kütav}}$				1,80		

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,41	1,6	Plaat	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/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
Radiaatorküte	-	0,97	3,84	0,99	-	35/55	-	10,09
Ventilatsiooni küte	1	1	2,7	-	-	5/55	0,5	-
Soe tarbevesi	-	1	2,2	0,99	-	5/55	-	-

³ esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur
	-	-	-	-	β_{je} , β_{ek} , β_{rs} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-pindala, m ²	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimi-võimsus, kW
1 (nt päikesepaneelid)	-	0	-

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	Kasutusaeg tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone	5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Energiarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta	Variant 1							
Hoone kasutusotstarve	12615-Klubi, Rahvamaja		☐ Uusehitus ☒ Oluline rekonstrueerimine ☐ Rekonstrueerimine ☐ Olemasolev hoone					
Aadress								
Ehitusaasta	1897							
Köetav pind	203,97	m ²						
Madala temp.seadega pind	14,26	m ²						
Netopind	218,23	m ²						
Energiatõhususarv	231	kWh/(m² a)	(kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)					
Energiatõhususarv B	231	kWh/(m² a)	(kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)					

^B Energiatõhususarv ilma lokaalselt toodetud elektrita

Energiakasutuse kokkuvõte	Hangitud kütused massi või kogus/a	Tarnitud energia 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	-	-	23512	115,3	0	0,0	2,0	230,5
Summa	-	-					-	231

Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia	Lokaalselt toodetud kWh/a	Lokaalselt toodetud kWh/(a m ²)	Eksporditud kWh/a	Eksporditud kWh/(a m ²)	Omatarbe osakaal %
<i>Soojusenergia päikesest</i>		0,0			
<i>Elekter päikesest</i>	0	0,0	0	0,0	80

Summaarne energiakasutus	Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)
Küttesüsteem	-	-	-	-
Ruumide küte	9221	-	45,2	-
Ventilatsiooniõhu soojendamine	1425	-	7,0	-
Tarbevee soojendamine	1877	-	9,2	-
Abiseadmete elekter	-	-	-	-
Ventilatsioonisüsteem ¹	3693	-	18,1	-
Jahutussüsteem	-	-	-	-
Abiseadmete elekter	-	-	-	-
Valgustus	7296	-	35,8	-
Seadmed	0	-	0,0	-
Summa (tehnosüsteemide summaarne energiakasutus)	23512	-	115,3	-

¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks

Netoenergiavajadus	kWh/a	kWh/(a m ²)
Ruumide küte ²	33398,2	163,7
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³	3077	15,1
Tarbevee soojendamine	4079,4	20,0
Ruumide jahutus	-	-
Ventilatsiooniõhu jahutus	-	-

² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis

³ arvutatud koos soojustagastusega

Arvutusprogrammi nimi ja versioon	
-----------------------------------	--

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Lisa 4. Variant 2 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed									
Variant 2									
Arvutustsoonide arv	15								
Küttesüsteemi tüüp	Maasoojuspump								
-soojuse tootmine ja kütus	Radiaator								
-soojuse jaotamine	Mehaaniline ventilatsioonisüsteem								
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	ei ole								
Jahutussüsteem (on/ei ole)	Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine								
Õhulekkearu väärtuse allikas	Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslääbivuste kataloog								
Joonsoojuslääbivuse väärtuse allikas									

Soojuskadu läbi piirdetarindi					Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslääbivuste				Õhulekest tingitud soojuskadu	
Piirdetarind	g	U_{Σ}	A_{Σ}	H_{juhtivus}	Joon- või punktsoojuslääbivus	Ψ_{Σ}	I_{Σ}	H_{joon}	Omadus	Suurus
	-	W/(m ² ·K)	m ²	W/K	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 400mm		0,19	128,95	24,1	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearu q_{50}	4,0
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6	Välissein-välissein			0,0		
Pööninglagi		0,17	203,97	34,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	m ³ /(h·m ²)	
Alt tuulutatav põrand		0,26	203,97	53,0	Alt tuulutatav põrand-...	0,40	65,95	26,4	A_{Σ} (välispiirded), m ²	593,6
Välisüks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{\Sigma}$, m ³ /s	0,0275
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (...)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Kokku:		H_{juhtivus} , W/K		159,6	H_{joon} , W/K			40,6	$H_{\text{õhuleke}}$, W/K	33,1
Välispiirde summaarne soojuserikadu				ΣH , W/K				233,3		
Välispiirde keskmine soojuslääbivus				$\Sigma H / A_{\Sigma}$				0,4		
Hoone kootav pind				A_{kootav} , m ²				204,0		
Hoone madala temperatuuriseadega pind				A_{madala} , m ²				0,0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kootava pinna kohta				$\Sigma H / A_{\text{kootav}}$				1,14		

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepukkeõhu temperatuur ²
	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,41	1,6	Plaat	0,8	0	18

¹ soojustagasti külmumise vältimine
² esitatakse konstantse sissepukketemperatuuriseade puhul

Küttesüsteem	Soojusallika kasutegur	Jaotamise ja väljastamise kasutegur, -	Kütteperioodi ³ keskmine soojustegur, -	Soojus- ³ pumba osakaal, -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
Radiaatorküte	-	0,97	3,84	0,99	-	35/55	-	10,09
Ventilatsiooni küte	1	1	2,7	-	-	5/55	0,5	-
Soe tarbevesi	-	1	2,2	0,99	-	5/55	-	-

³ esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur
	-	-	-	-	β_{je} , β_{ek} , β_{rs} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-pindala, m ²	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimi-võimsus, kW
1 (nt päikesepaneelid)	-	0	-

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	Kasutusaeg tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone	5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Energiarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta	Variant 2			
Hoone kasutusotstarve	12615-Klubi, Rahvamaja		☐ Uusehitus	
Aadress	Vabrikuväljak 6, Kärkla, Hiiumaa vald		☒ Oluline rekonstrueerimine	
Ehitusaasta	1897		☐ Rekonstrueerimine	
Köetav pind	203,97	m ²	☐ Olemasolev hoone	
Madala temp.seadega pind	14,26	m ²		
Netopind	203,97	m ²		
Energiatõhususarv	192	kWh/(m² a)	(kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)	
Energiatõhususarv B	192	kWh/(m² a)	(kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)	

^B Energiatõhususarv ilma lokaalselt toodetud elektrita

Energiakasutuse kokkuvõte	Hangitud kütused massi või kogus/a	Tarnitud energia 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	-	-	19535	95,8	0	0,0	2,0	191,5
Summa	-	-					-	192

Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia	Lokaalselt toodetud kWh/a	Eksporditud kWh/(a m ²)	Omatarbe osakaal %
Soojusenergia päikesest		0,0	
Elekter päikesest	0	0,0	80

Summaarne energiakasutus	Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)
Küttesüsteem	-	-	-	-
Ruumide küte	5250	-	25,7	-
Ventilatsiooniõhu soojendamine	1420	-	7,0	-
Tarbevee soojendamine	1877	-	9,2	-
Abiseadmete elekter	-	-	-	-
Ventilatsioonisüsteem ¹	3693	-	18,1	-
Jahutussüsteem	-	-	-	-
Abiseadmete elekter	-	-	-	-
Valgustus	7296	-	35,8	-
Seadmed	0	-	0,0	-
Summa (tehnosüsteemide summaarne energiakasutus)	19535	-	95,8	-

¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks

Netoenergiavajadus	kWh/a	kWh/(a m ²)
Ruumide küte ²	19014,5	93,2
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³	3064,4	15,0
Tarbevee soojendamine	4079,4	20,0
Ruumide jahutus	-	-
Ventilatsiooniõhu jahutus	-	-

² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis

³ arvatud koos soojustagastusega

Arvutusprogrammi nimi ja versioon	
-----------------------------------	--

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Lisa 5. Variant 3 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed									
Variant 3									
Arvutustsoonide arv	15								
Küttesüsteemi tüüp	Maasoojuspump								
-soojuse tootmine ja kütus	Radiaator								
-soojuse jaotamine	Mehaaniline ventilatsioonisüsteem								
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	ei ole								
Jahutussüsteem (on/ei ole)	Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine								
Õhulekkearu väärtuse allikas	Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslääbivuste kataloog								
Joonsoojuslääbivuse väärtuse allikas									

Soojuskadu läbi piirdetarindi					Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslääbivuste				Õhulekest tingitud soojuskadu	
Piirdetarind	g	U_{Σ}	A_{Σ}	H_{juhtivus}	Joon- või punktsoojuslääbivus	Ψ_{Σ}	I_{Σ}	H_{joon}	Omadus	Suurus
	-	W/(m ² ·K)	m ²	W/K	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 400mm		0,35	128,95	44,7	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearu q_{50}	4,0
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6						
Pööninglagi		0,18	203,97	36,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	m ³ /(h·m ²)	
Alt tuulutatav põrand		0,26	203,97	53,0	Alt tuulutatav põrand	0,40	65,95	26,4	A_{Σ} (välispiirded), m ²	593,6
Välisüks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{\text{aer}}$, m ³ /s	0,0275
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (...)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Kokku:		H_{juhtivus} , W/K		182,2		H_{joon} , W/K		40,6	$H_{\text{õhuleke}}$, W/K	33,1
Välispiirde summaarne soojuserikadu				ΣH , W/K				255,9		
Välispiirde keskmine soojuslääbivus				$\Sigma H / A_{\Sigma}$				0,4		
Hoone kütav pind				$A_{\text{kütav}}$, m ²				204,0		
Hoone madala temperatuuriseadega pind				A_{madala} , m ²				0,0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kütava pinna kohta				$\Sigma H / A_{\text{kütav}}$				1,25		

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,41	1,6	Plaat	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/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
Radiaatorküte	-	0,97	3,84	0,99	-	35/55	-	10,09
Ventilatsiooni küte	1	1	2,7	-	-	5/55	0,5	-
Soe tarbevesi	-	1	2,2	0,99	-	5/55	-	-

³ esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur
	-	-	-	-	β_{je} , β_{ek} , β_{rs} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-pindala, m ²	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimi-võimsus, kW
1 (nt päikesepaneelid)	-	0	-

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	Kasutusaeg tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone	5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Energiarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta		Variant 3							
Hoone kasutusotstarve		12615-Klubi, Rahvamaja						☐ Uusehitus	
Aadress		Vabrikuväljak 6, Kärkla, Hiiumaa vald						☒ Oluline rekonstrueerimine	
Ehitusaasta		1897						☐ Rekonstrueerimine	
Köetav pind		203,97 m ²						☐ Olemasolev hoone	
Madala temp.seadega pind		14,26 m ²							
Netopind		203,97 m ²							
Energiatõhususarv		198 kWh/(m ² a) (kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)							
Energiatõhususarv B		198 kWh/(m ² a) (kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)							
B Energiatõhususarv ilma lokaalselt toodetud elektrita									
Energiakasutuse kokkuvõte	Hangitud kütused massi või kogus/a	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)	
Elekt	-	-	20209	99,1	0	0,0	2,0	198,2	
Summa	-	-					-	198	
Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia			Lokaalselt toodetud		Eksporditud		Omatarbe osakaal		
			kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/a	kWh/(a m ²)	%		
Soojusenergia päikesest			0,0						
Elekt päikesest			0	0,0	0	0,0	80		
Summaarne energiakasutus			Elekt kWh/a	Soojus kWh/a	Elekt kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)			
Küttesüsteem			-	-	-	-			
Ruumide küte			5922	-	29,0	-			
Ventilatsiooniõhu soojendamine			1421	-	7,0	-			
Tarbevee soojendamine			1877	-	9,2	-			
Abiseadmete elekt			-	-	-	-			
Ventilatsioonisüsteem ¹			3693	-	18,1	-			
Jahutussüsteem			-	-	-	-			
Abiseadmete elekt			-	-	-	-			
Valgustus			7296	-	35,8	-			
Seadmed			0	-	0,0	-			
Summa (tehnosüsteemide summaarne energiakasutus)			20209	-	99,1	-			
¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks									
Netoenergiavajadus			kWh/a	kWh/(a m ²)					
Ruumide küte ²			21450	105,2					
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³			3068,2	15,0					
Tarbevee soojendamine			4079,4	20,0					
Ruumide jahutus			-	-					
Ventilatsiooniõhu jahutus			-	-					
² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis									
³ arvutatud koos soojustagastusega									
Arvutusprogrammi nimi ja versioon									
Kuupäev			Nimi		/allkirjastatud digitaalselt/				

Lisa 6. Variant 4 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed									
Variant 4									
Arvutustsoonide arv	15								
Küttesüsteemi tüüp	Maasoojuspump								
-soojuse tootmine ja kütus	Radiaator								
-soojuse jaotamine	Mehaaniline ventilatsioonisüsteem								
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	ei ole								
Jahutussüsteem (on/ei ole)	Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine								
Õhulekkearu väärtuse allikas	Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslääbivuste kataloog								
Joonsoojuslääbivuse väärtuse allikas									

Soojuskadu läbi piirdetarindi					Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslääbivuste				Õhulekest tingitud soojuskadu	
Piirdetarind	g	U_{Σ}	A_{Σ}	H_{juhtivus}	Joon- või punktsoojuslääbivus	Ψ_{Σ}	I_{Σ}	H_{joon}	Omadus	Suurus
	-	W/(m ² ·K)	m ²	W/K	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 400mm		0,35	128,95	44,7	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearu q_{50}	4,0
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6						
Pööninglagi		0,18	203,97	36,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	m ³ /(h·m ²)	
Alt tuulutatav põrand		0,90	203,97	183,6	Alt tuulutatav põrand	0,40	65,95	26,4	A_{Σ} (välispiirded), m ²	593,6
Välisüks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{\Sigma}$, m ³ /s	0,0275
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (...)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Kokku:		H_{juhtivus} , W/K		312,8		H_{joon} , W/K		40,6	$H_{\text{õhuleke}}$, W/K	33,1
Välispiirde summaarne soojuserikadu				ΣH , W/K				386,5		
Välispiirde keskmine soojuslääbivus				$\Sigma H / A_{\Sigma}$				0,7		
Hoone kütav pind				$A_{\text{kütav}}$, m ²				204,0		
Hoone madala temperatuuriseadega pind				A_{madala} , m ²				0,0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kütava pinna kohta				$\Sigma H / A_{\text{kütav}}$				1,89		

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,41	1,6	Plaat	0,8	0	18

¹ soojustagasti külmumise vältimine
² esitatakse konstantse sissepuhke temperatuuriseade puhul

Küttesüsteem	Soojusallika kasutegur	Jaotamise ja väljastamise kasutegur, -	Kütteperioodi ³ keskmine soojustegur, -	Soojus- ³ pumba osakaal, -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
Radiaatorküte	-	0,97	3,84	0,99	-	35/55	-	10,09
Ventilatsiooni küte	1	1	2,7	-	-	5/55	0,5	-
Soe tarbevesi	-	1	2,2	0,99	-	5/55	-	-

³ esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur
	-	-	-	-	β_{je} , β_{ek} , β_{rs} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-pindala, m ²	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimi-võimsus, kW
1 (nt päikesepaneelid)	-	0	-

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	Kasutusaeg tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone	5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Energiarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta	Variant 4			
Hoone kasutusotstarve	12615-Klubi, Rahvamaja		☐ Uusehitus	
Aadress	Vabrikuväljak 6, Kärkla, Hiiumaa vald		☒ Oluline rekonstrueerimine	
Ehitusaasta	1897		☐ Rekonstrueerimine	
Köetav pind	203,97	m ²	☐ Olemasolev hoone	
Madala temp.seadega pind	14,26	m ²		
Netopind	203,97	m ²		
Energiatõhususarv	236	kWh/(m² a) (kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)		
Energiatõhususarv B	236	kWh/(m² a) (kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)		

^B Energiatõhususarv ilma lokaalselt toodetud elektrita

Energiakasutuse kokkuvõte	Hangitud kütused massi või kogus/a	Tarnitud energia 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	-	-	24101	118,2	0	0,0	2,0	236,3
Summa	-	-					-	236

Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia	Lokaalselt toodetud kWh/a	Eksporditud kWh/(a m ²)	Omatarbe osakaal %
<i>Soojusenergia päikesest</i>		0,0	
<i>Elekter päikesest</i>	0	0,0	80

Summaarne energiakasutus	Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)
Küttesüsteem	-	-	-	-
Ruumide küte	9810	-	48,1	-
Ventilatsiooniõhu soojendamine	1426	-	7,0	-
Tarbevee soojendamine	1877	-	9,2	-
Abiseadmete elekter	-	-	-	-
Ventilatsioonisüsteem ¹	3693	-	18,1	-
Jahutussüsteem	-	-	-	-
Abiseadmete elekter	-	-	-	-
Valgustus	7296	-	35,8	-
Seadmed	0	-	0,0	-
Summa (tehnosüsteemide summaarne energiakasutus)	24101	-	118,2	-

¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks

Netoenergiavajadus	kWh/a	kWh/(a m ²)
Ruumide küte ²	35530,2	174,2
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³	3077,6	15,1
Tarbevee soojendamine	4079,4	20,0
Ruumide jahutus	-	-
Ventilatsiooniõhu jahutus	-	-

² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis

³ arvatud koos soojustagastusega

Arvutusprogrammi nimi ja versioon	
-----------------------------------	--

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Lisa 7. Variant 5 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed									
Variant 5									
Arvutustsoonide arv	15								
Küttesüsteemi tüüp	Maasoojuspump								
-soojuse tootmine ja kütus	Radiaator								
-soojuse jaotamine	Mehaaniline ventilatsioonisüsteem								
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	ei ole								
Jahutussüsteem (on/ei ole)	Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine								
Õhulekkearu väärtuse allikas	Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslääbivuste kataloog								
Joonsoojuslääbivuse väärtuse allikas									

Soojuskadu läbi piirdetarindi					Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslääbivuste				Õhulekest tingitud soojuskadu	
Piirdetarind	g	U_{Σ}	A_{Σ}	H_{juhtivus}	Joon- või punktsoojuslääbivus	Ψ_{Σ}	I_{Σ}	H_{joon}	Omadus	Suurus
	-	W/(m ² ·K)	m ²	W/K	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 400mm		0,20	128,95	25,8	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearu q_{50}	4,0
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6						
Pööninglagi		0,18	203,97	36,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	m ³ /(h·m ²)	
Alt tuulutatav põrand		0,26	203,97	53,0	Alt tuulutatav põrand	0,40	65,95	26,4	A_{Σ} (välispiirded), m ²	593,6
Välisüks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{\Sigma}$, m ³ /s	0,0275
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (...)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Kokku:		H_{juhtivus} , W/K		163,3		H_{joon} , W/K		40,6	$H_{\text{õhuleke}}$, W/K	33,1
Välispiirde summaarne soojuserikadu				ΣH , W/K				237,0		
Välispiirde keskmine soojuslääbivus				$\Sigma H / A_{\Sigma}$				0,4		
Hoone kütav pind				$A_{\text{kütav}}$, m ²				204,0		
Hoone madala temperatuuriseadega pind				A_{madala} , m ²				0,0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kütava pinna kohta				$\Sigma H / A_{\text{kütav}}$				1,16		

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,41	1,6	Plaat	0,8	0	18

¹ soojustagasti külmumise vältimine
² esitatakse konstantse sissepuhke temperatuuriseade puhul

Küttesüsteem	Soojusallika kasutegur	Jaotamise ja väljastamise kasutegur, -	Kütteperioodi ³ keskmine soojustegur, -	Soojus- ³ pumba osakaal, -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
Radiaatorküte	-	0,97	3,84	0,99	-	35/55	-	10,09
Ventilatsiooni küte	1	1	2,7	-	-	5/55	0,5	-
Soe tarbevesi	-	1	2,2	0,99	-	5/55	-	-

³ esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur
	-	-	-	-	β_{je} , β_{ek} , β_{rs} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-pindala, m ²	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimi-võimsus, kW
1 (nt päikesepaneelid)	-	0	-

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	Kasutusaeg tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone	5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Energiarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta		Variant 5						
Hoone kasutusotstarve	12615-Klubi, Rahvamaja		☐ Uusehitus					
Aadress	Vabrikuväljak 6, Kärkla, Hiiumaa vald		☒ Oluline rekonstrueerimine					
Ehitusaasta	1897		☐ Rekonstrueerimine					
Köetav pind	203,97	m ²	☐ Olemasolev hoone					
Madala temp.seadega pind	14,26	m ²						
Netopind	203,97	m ²						
Energiatõhususarv	192	kWh/(m ² a) (kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)						
Energiatõhususarv B	192	kWh/(m ² a) (kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)						
B Energiatõhususarv ilma lokaalselt toodetud elektrita								
Energiakasutuse kokkuvõte	Hangitud kütused massi või kogus/a	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	-	-	19614	96,2	0	0,0	2,0	192,3
Summa	-	-					-	192
Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia			Lokaalselt toodetud kWh/a		Eksporditud kWh/(a m ²)		Omatarbe osakaal %	
Soojusenergia päikesest			0,0					
Elekter päikesest			0		0,0		80	
Summaarne energiakasutus			Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)		
Küttesüsteem			-	-	-	-		
Ruumide küte			5328	-	26,1	-		
Ventilatsiooniõhu soojendamine			1420	-	7,0	-		
Tarbevee soojendamine			1877	-	9,2	-		
Abiseadmete elekter			-	-	-	-		
Ventilatsioonisüsteem ¹			3693	-	18,1	-		
Jahutussüsteem			-	-	-	-		
Abiseadmete elekter			-	-	-	-		
Valgustus			7296	-	35,8	-		
Seadmed			0	-	0,0	-		
Summa (tehnosüsteemide summaarne energiakasutus)			19614	-	96,2	-		
¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks								
Netoenergiavajadus			kWh/a	kWh/(a m ²)				
Ruumide küte ²			19298,5	94,6				
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³			3065,3	15,0				
Tarbevee soojendamine			4079,4	20,0				
Ruumide jahutus			-	-				
Ventilatsiooniõhu jahutus			-	-				
² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis								
³ arvutatud koos soojustagastusega								
Arvutusprogrammi nimi ja versioon								
Kuupäev			Nimi			/allkirjastatud digitaalselt/		

Lisa 8. Variant 6 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta			Variant 6						
Hoone kasutusotstarve			12615-Klubi, Rahvamaja				☐ Uusehitus		
Aadress							☒ Oluline rekonstrueerimine		
Ehitusaasta			1897				☐ Rekonstrueerimine		
Kõetav pind			203,97 m ²				☐ Olemasolev hoone		
Madala temp.seadega pind			14,26 m ²						
Netopind			218,23 m ²						
Energiatõhususarv			284 kWh/(m ² a) (kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)						
Energiatõhususarv B			284 kWh/(m ² a) (kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)						
^B Energiatõhususarv ilma lokaalselt toodetud elektriga									
Energiakasutuse		Hangitud kütused		Tarnitud	Tarnitud	Eksporditud	Eksporditud	Kaalumis-	Kaalutud
kokkuvõte		massi või		energia	energia	energia	energia	tegur	energiakasutus
		kogus/a		kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/a	kWh/(a m ²)	-	kWh/(a m ²)
Elekter		-		14268	69,9	0	0,0	2,00	139,9
Pellet		9849 kg		45307	222,1	-	-	0,65	144,4
Summa		-						-	284
Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia				Lokaalselt toodetud		Eksporditud		Omatarbe osakaal	
				kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/a	kWh/(a m ²)	%	
Soojusenergia päikesest				0	0,0				
Elekter päikesest				0	0,0	0	0,0	80	
Summaarne energiakasutus				Elekter	Soojus	Elekter	Soojus		
				kWh/a	kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/(a m ²)		
Küttesüsteem				-	-	-	-		
Ruumide küte				-	40507	-	198,6		
Ventilatsiooniõhu soojendamine				3077	-	15,1	-		
Tarbevee soojendamine				-	4799	-	23,5		
Abiseadmete elekter				201,985	-	1,0	-		
Ventilatsioonisüsteem ¹				3693	-	18,1	-		
Jahutussüsteem				-	-	-	-		
Abiseadmete elekter				-	-	-	-		
Valgustus				7296	-	35,8	-		
Seadmed				0	-	0,0	-		
Summa (tehnosüsteemide				14268	45307	69,9	222,1		
summaarne energiakasutus)									
¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks									
Netoenergiavajadus				kWh/a	kWh/(a m ²)				
Ruumide küte ²				33398,2	163,7				
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³				3077	15,1				
Tarbevee soojendamine				4079,4	20,0				
Ruumide jahutus				-	-				
Ventilatsiooniõhu jahutus				-	-				
² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis									
³ arvutatud koos soojustagastusega									
Arvutusprogrammi nimi ja versioon									
Kuupäev				Nimi		/allkirjastatud digitaalselt/			

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed	Variant 6
Arvutustsoonide arv	15
Küttesüsteemi tüüp	
-soojuse tootmine ja kütus	Pelletkatel
-soojuse jaotamine	Radiaator
Ventilatsioonisüsteemi tüüp	Mehaaniline ventilatsioonisüsteem
Jahutussüsteem (on/ei ole)	ei ole
Õhulekkearu väärtuse allikas	Hoone ehitamise kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine
Joonsoojuslähivuse väärtuse allikas	Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslähivuse kataloog

Soojuskadu läbi piirdetarindi					Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslähivuse					Õhulekest tingitud soojuskadu	
Piirdetarind	g -	U_{fi} W/(m ² ·K)	A_{fi} m ²	$H_{juhtivus}$ W/K	Joon- või punktsoojuslähivus	Ψ_{fi} W/(m·K)	l_{fi} m	H_{joonl} W/K	Omadus	Suurus	
Välissein 400mm		0,20	128,95	25,8	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearv q_{50}	4,0	
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6	Välissein-välissein			0,0			
Pööninglagi		0,18	203,97	36,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	$m^3/(h \cdot m^2)$		
Alt tuulutatav põrand		0,90	203,97	183,6	Alt tuulutatav põrand-	0,40	65,95	26,4	A_{vp} (välispiirded), m ²	593,6	
Välisüks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0	
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{air}$, m ³ /s	0,0275	
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0			
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0			
Aken (lääs)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0			
Kokku:		$H_{juhtivus}$, W/K		293,8	H_{joonl} , W/K			40,6	$H_{õhulek}$, W/K	33,1	
Välispiirde summaarne soojuserikadu					$\sum H$, W/K	367,5					
Välispiirde keskmine soojuslähivus					$\sum H / A_{väl}$	0,6					
Hoone kütav pind					$A_{kütav}$, m ²	204,0					
Hoone madala temperatuuriseadega pind					A_{madal} , m ²	0,0					
Välispiirde summaarne soojuserikadu kütava pinna kohta					$\sum H / A_{kütav}$, W/(m ² ·K)	1,80					

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,41	1,6	Plaat	0,8	0	18

² esitatakse konstantse sissepuhketemperatuuriseadega puhul								
Küttesüsteem	Soojusallika kasutegur	Jaotamise ja väljastamise kasutegur, -	Kütteperioodi ³ keskmine soojustegur, -	Soojus- ³ pumba osakaal, -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
Pelletkatel	0,85	0,97	-	-	0,5	55/45	-	32
Ventilatsiooni küte	1	1	-	-	-	-	0,5	-
Soe tarbevesi	0,85	1	-	-	-	5/55	-	-

3 esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul					
4 puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus					
Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete elekt kWh/(m ² a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur β _{pa} , β _{pek} , β _{ra} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul					
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus					

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese- kollektori aktiiv- pindala, m ²	Päikese- paneelide max võimsus, kW	Tuulegene- raatori nimi- võimsus, kW
Päikesepaneelid		0	
Päikesekollektor	0		

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	Kasutusaeg tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone	5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Lisa 9. Variant 7 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed				Variant 7	
Arvutustsoonide arv				15	
Küttesüsteemi tüüp				Pelletkatel	
-soojuse tootmine ja kütus				Radiaator	
-soojuse jaotamine				Mehaaniline ventilatsioonisüsteem	
Ventilatsioonisüsteemi tüüp				ei ole	
Jahutussüsteem (on/ei ole)				Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine	
Õhulekkearu väärtuse allikas				Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslääbivuste kataloog	
Joonsoojuslääbivuse väärtuse allikas					

Soojuskadu läbi piirdetarindi				Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslääbivuste				Õhulekest tingitud soojuskadu		
Piirdetarind	g	U_{tr}	A_{tr}	$H_{juhtivus}$	Joon- või punktsoojuslääbivus	Ψ_{tr}	I_{tr}	H_{joon}	Omadus	Suurus
	-	W/(m ² ·K)	m ²	W/K		W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 400mm		0,19	128,95	24,1	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearu q_{50}	4,0
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6						
Pööninglagi		0,17	203,97	34,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	$m^3/(h \cdot m^2)$	
Alt tuulutatav põrand		0,26	203,97	53,0	Alt tuulutatav põrand-	0,40	65,95	26,4	A_{vp} (välispiirded), m ²	593,6
Välisüks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{av}$, m ³ /s	0,0275
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (...)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Kokku:		$H_{juhtivus}$, W/K		159,6		H_{joon} , W/K		40,6	$H_{õhuleke}$, W/K	33,1
Välispiirde summaarne soojuserikadu					ΣH , W/K			233,3		
Välispiirde keskmine soojuslääbivus					$\Sigma H / A_{v}$			0,4		
Hoone kootav pind					A_{kootav} , m ²			204,0		
Hoone madala temperatuuriseadega pind					A_{madala} , m ²			0,0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kootava pinna kohta					$\Sigma H / A_{kootav}$			1,14		
					W/(m ² ·K)					

Ventilatsioonisüsteem		Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
		m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem		0,41	1,6	Plaat	0,8	0	18
¹ soojustagasti külmumise vältimine							
² esitatakse konstantse sisepuhketemperatuuriseade puhul							

Küttesüsteem		Soojusallika kasutegur	Jaotamise ja väljastamise kasutegur, -	Kütteperioodi ³ keskmine soojustegur, -	Soojus- ³ pumba osakaal, -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
		-	-	-	-	-	-	-	-
Pelletkatel		0,85	0,97	-	-	0,5	55/45	-	32
Ventilatsiooni küte		1	1	-	-	-	-	0,5	-
Soe tarbevesi		0,85	1	-	-	-	5/55	-	-
³ esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul									
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus									

Jahutussüsteem		Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur
		-	-	-	-	$\beta_{je}, \beta_{ek}, \beta_{rs}, -$
1 (nt. tsentraalne)		-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)		-	-	-	-	-
⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul						
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus						

Lokaalse taastuvenergia süsteemid			
	Päikesepaneelide pindala, m ²	Päikesepaneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimivõimsus, kW
Päikesepaneelid		0	
Päikesekollektor	0		

Vabasoojused		Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	tundi päevas
		W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone		5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev		
Nimi		
/allkirjastatud digitaalselt/		

Energiarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta	Variant 7			
Hoone kasutusotstarve	12615-Klubi, Rahvamaja		☐ Uusehitus	
Aadress	Vabrikuväljak 6, Kärkla, Hiiumaa vald		☒ Oluline rekonstrueerimine	
Ehitusaasta	1897		☐ Rekonstrueerimine	
Köetav pind	203,97	m ²	☐ Olemasolev hoone	
Madala temp.seadega pind	14,26	m ²		
Netopind	203,97	m ²		
Energiatõhususarv	229	kWh/(m² a) (kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)		
Energiatõhususarv B	229	kWh/(m² a) (kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)		

^B Energiatõhususarv ilma lokaalselt toodetud elektri

Energiakasutuse kokkuvõte	Hangitud kütused massi või kogus/a	Tarnitud energia 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	-	-	14255	69,9	0	0,0	2,00	139,8
Pellet	6057	kg	27861	136,6	-	-	0,65	88,8
Summa	-	-					-	229

Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia	Lokaalselt toodetud kWh/a	Lokaalselt toodetud kWh/(a m ²)	Eksporditud kWh/a	Eksporditud kWh/(a m ²)	Omatarbe osakaal %
Soojusenergia päikesest	0	0,0			
Elekter päikesest	0	0,0	0	0,0	80

Summaarne energiakasutus	Elekter kWh/a	Soojus kWh/a	Elekter kWh/(a m ²)	Soojus kWh/(a m ²)
Küttesüsteem	-	-	-	-
Ruumide küte	-	23062	-	113,1
Ventilatsiooniõhu soojendamine	3064	-	15,0	-
Tarbevee soojendamine	-	4799	-	23,5
Abiseadmete elekter	201,985	-	1,0	-
Ventilatsioonisüsteem ¹	3693	-	18,1	-
Jahutussüsteem	-	-	-	-
Abiseadmete elekter	-	-	-	-
Valgustus	7296	-	35,8	-
Seadmed	0	-	0,0	-
Summa (tehnosüsteemide summaarne energiakasutus)	14255	27861	69,9	136,6

¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks

Netoenergiavajadus	kWh/a	kWh/(a m ²)
Ruumide küte ²	19014,5	93,2
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³	3064,4	15,0
Tarbevee soojendamine	4079,4	20,0
Ruumide jahutus	-	-
Ventilatsiooniõhu jahutus	-	-

² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis

³ arvutatud koos soojustagastusega

Arvutusprogrammi nimi ja versioon	
-----------------------------------	--

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Lisa 10. Variant 8 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed				Variant 8	
Arvutustsoonide arv		15			
Küttesüsteemi tüüp					
-soojuse tootmine ja kütus		Pelletkatel			
-soojuse jaotamine		Radiaator			
Ventilatsioonisüsteemi tüüp		Mehaaniline ventilatsioonisüsteem			
Jahutussüsteem (on/ei ole)		ei ole			
Õhulekkearu väärtuse allikas		Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine			
Joonsoojuslähivuse väärtuse allikas		Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslähivuste kataloog			

Soojuskadu läbi piirdetarindi				Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslähivuste				Õhulekest tingitud soojuskadu		
Piirdetarind	g	U_{tr}	A_{tr}	$H_{juhtivus}$	Joon- või punktsoojuslähivus	Ψ_{tr}	l_{tr}	H_{joonst}	Omadus	Suurus
	-	W/(m ² ·K)	m ²	W/K	W/(m·K)	W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 400mm		0,35	128,95	44,7	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearu q_{50}	4,0
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6	Välissein-välissein					
Pööninglagi		0,18	203,97	36,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	m ³ /(h·m ²)	
Ait tuulutatav põrand		0,26	203,97	53,0	Ait tuulutatav põrand-	0,40	65,95	26,4	A_{vp} (välispiirded), m ²	593,6
Välisuks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{aer}$, m ³ /s	0,0275
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (...)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Kokku:		$H_{juhtivus}$, W/K		182,2		H_{joonst} , W/K		40,6	$H_{õhuleke}$, W/K	33,1
Välispiirde summaarne soojuserikadu				ΣH , W/K				255,9		
Välispiirde keskmine soojuslähivus				$\Sigma H / A_{kütav}$				0,4		
Hoone kütav pind				$A_{kütav}$, m ²				204,0		
Hoone madala temperatuuriseadega pind				A_{madala} , m ²				0,0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kütava pinna kohta				$\Sigma H / A_{kütav}$				1,25		

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,41	1,6	Plaat	0,8	0	18

¹ soojustagasti külmumise vältimine
² esitatakse konstantse sissepuhke temperatuuriseade puhul

Küttesüsteem	Soojusallika kasutegur	Jaotamise ja väljastamise kasutegur, -	Kütteperioodi ³ keskmine soojustegur, -	Soojus- ³ pumba osakaal, -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
Pelletkatel	0,85	0,97	-	-	0,5	55/45	-	32
Ventilatsiooni küte	1	1	-	-	-	-	0,5	-
Soe tarbevesi	0,85	1	-	-	-	5/55	-	-

³ esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur
	-	-	-	-	β_{je} , β_{ekv} , β_{tr} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-pindala, m ²	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimi-võimsus, kW
Päikesepaneelid		0	
Päikesekollektor	0		

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone	5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Energiaarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta	Variant 8			
Hoone kasutusotstarve	12615-Klubi, Rahvamaja		☐ Uusehitus	
Aadress	Vabrikuväljak 6, Kärkla, Hiiumaa vald		☒ Oluline rekonstrueerimine	
Ehitusaasta	1897		☐ Rekonstrueerimine	
Kõetav pind	203,97	m ²	☐ Olemasolev hoone	
Madala temp.seadega pind	14,26	m ²		
Netopind	203,97	m ²		
Energiaarvutus	238	kWh/(m² a) (kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)		
Energiaarvutus B	238	kWh/(m² a) (kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)		

^B Energiaarvutus ilma lokaalselt toodetud elektriga

Energiaarvutus	Hangitud kütused	Tarnitud energia	Tarnitud energia	Eksporditud energia	Eksporditud energia	Kaalumis- tegur	Kaalutud energiaarvutus
kõikuvõte	massi või kogus/a	mahuühik	kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/(a m ²)
Elekter	-	-	14259	69,9	0	0,0	2,00
Pellet	6699	kg	30815	151,1	-	-	0,65
Summa	-	-					238

Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia	Lokaalselt toodetud	Eksporditud	Omatarbe osakaal
	kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/a
Soojusenergia päikesest	0	0,0	
Elekter päikesest	0	0,0	80

Summaarne energiaarvutus	Elekter	Soojus	Elekter	Soojus
	kWh/a	kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/(a m ²)
Küttesüsteem	-	-	-	-
Ruumide kütte	-	26016	-	127,5
Ventilatsiooniõhu soojendamine	3068	-	15,0	-
Tarbevee soojendamine	-	4799	-	23,5
Abiseadmete elekter	201,985	-	1,0	-
Ventilatsioonisüsteem ¹	3693	-	18,1	-
Jahutussüsteem	-	-	-	-
Abiseadmete elekter	-	-	-	-
Valgustus	7296	-	35,8	-
Seadmed	0	-	0,0	-
Summa (tehnosüsteemide summaarne energiaarvutus)	14259	30815	69,9	151,1

¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks

Netoenergiavajadus	kWh/a	kWh/(a m ²)
Ruumide kütte ²	21450	105,2
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³	3068,2	15,0
Tarbevee soojendamine	4079,4	20,0
Ruumide jahutus	-	-
Ventilatsiooniõhu jahutus	-	-

² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis

³ arvutatud koos soojustagastusega

Arvutusprogrammi nimi ja versioon	
-----------------------------------	--

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Lisa 11. Variant 9 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed				Variant 9	
Arvutustsoonide arv		15			
Küttesüsteemi tüüp					
-soojuse tootmine ja kütus		Pelletkatel			
-soojuse jaotamine		Radiaator			
Ventilatsioonisüsteemi tüüp		Mehaaniline ventilatsioonisüsteem			
Jahutussüsteem (on/ei ole)		ei ole			
Õhulekkearu väärtuse allikas		Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine			
Joonsoojuslähivuse väärtuse allikas		Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslähivuste kataloog			

Soojuskadu läbi piirdetarindi				Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslähivuste				Õhulekest tingitud soojuskadu		
Piirdetarind	g	U_{Σ}	A_{Σ}	H_{juhtivus}	Joon- või punktsoojuslähivus	Ψ_{Σ}	I_{Σ}	H_{joon}	Omadus	Suurus
	-	W/(m ² ·K)	m ²	W/K		W/(m·K)	m	W/K		
Välissein 400mm		0,35	128,95	44,7	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearu q_{50}	4,0
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6						
Pööninglagi		0,18	203,97	36,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	m ³ /(h·m ²)	
Ait tuulutatav põrand		0,90	203,97	183,6	Ait tuulutatav põrand-	0,40	65,95	26,4	A_{Σ} (välispiirded), m ²	593,6
Välisüks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{\text{leak}}$, m ³ /s	0,0275
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (...)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Kokku:		H_{juhtivus} , W/K		312,8		H_{joon} , W/K		40,6	$H_{\text{õhuleke}}$, W/K	33,1
Välispiirde summaarne soojuserikadu				ΣH , W/K				386,5		
Välispiirde keskmine soojuslähivus				$\Sigma H / A_{\Sigma}$				0,7		
Hoone kütav pind				$A_{\text{kütav}}$, m ²				204,0		
Hoone madala temperatuuriseadega pind				A_{madala} , m ²				0,0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kütava pinna kohta				$\Sigma H / A_{\text{kütav}}$				1,89		

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,41	1,6	Plaat	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/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
Pelletkatel	0,85	0,97	-	-	0,5	55/45	-	32
Ventilatsiooni küte	1	1	-	-	-	-	0,5	-
Soe tarbevesi	0,85	1	-	-	-	5/55	-	-

³ esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur
	-	-	-	-	β_{je} , β_{ek} , β_{rs} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-pindala, m ²	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimi-võimsus, kW
Päikesepaneelid		0	
Päikesekollektor	0		

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	Kasutusaeg tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone	5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Energiaarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta		Variant 9					
Hoone kasutusotstarve		12615-Klubi, Rahvamaja				☐ Uusehitus	
Aadress		Vabrikuväljak 6, Kärkla, Hiiumaa vald				☒ Oluline rekonstrueerimine	
Ehitusaasta		1897				☐ Rekonstrueerimine	
Köetav pind		203,97		m ²		☐ Olemasolev hoone	
Madala temp.seadega pind		14,26		m ²			
Netopind		203,97		m ²			
Energiaarvutus		293		kWh/(m ² a)		(kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)	
Energiaarvutus B		293		kWh/(m ² a)		(kWh köetava pinna ruutmeetri kohta)	

Lisa 12. Variant 10 energiatõhusus arvutuse lähteandmed ja tulemused

Energiaarvutuse lähteandmete esitamine

Energiaarvutuse lähteandmed				Variant 10	
Arvutustsoonide arv				15	
Küttesüsteemi tüüp				Pelletkatel	
-soojuse tootmine ja kütus				Radiaator	
-soojuse jaotamine				Mehaaniline ventilatsioonisüsteem	
Ventilatsioonisüsteemi tüüp				ei ole	
Jahutussüsteem (on/ei ole)				Hoone ehitamisel kavandatakse viia läbi õhulekkearu mõõtmine	
Õhulekkearu väärtuse allikas				Liginullenergia eluhooned - Piirdetarindite joonsoojuslääbivuste kataloog	
Joonsoojuslääbivuse väärtuse allikas					

Soojuskadu läbi piirdetarindi				Soojuskadu läbi joon- ja punktsoojuslääbivuste				Õhulekest tingitud soojuskadu		
Piirdetarind	g -	$U_{i,j}$ W/(m ² ·K)	$A_{i,j}$ m ²	$H_{juhtivus}$ W/K	Joon- või punktsoojuslääbivus	$\Psi_{i,j}$ W/(m·K)	$l_{j,i}$ m	H_{joonst} W/K	Omadus	Suurus
Välissein 400mm		0,20	128,95	25,8	Välissein-välissein	0,05	20,80	1,0	Õhulekkearu q_{50}	4,0
Välissein 200mm		0,46	27,41	12,6	Välissein-välissein	0,05	10,10	0,5		
Pööninglagi		0,18	203,97	36,7	Pööninglagi-välissein	0,15	68,85	10,3	$m^3/(h \cdot m^2)$	
Ait tuulutatav põrand		0,26	203,97	53,0	Ait tuulutatav põrand-	0,40	65,95	26,4	A_{vp} (välispiirded), m ²	593,6
Välisuks		2,00	3,28	6,6	Akna seinakinnitus	0,03	82,31	2,5	Korruste arv (täisarv)	2,0
Aken (põhi)	0,60	1,10	8,50	9,4	Ukse seinakinnitus	0,03	11,40	0,3	$\dot{V}_{air}$, m ³ /s	0,0275
Aken (lõuna)	0,60	1,10	11,44	12,6	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (ida)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Aken (...)	0,60	1,10	3,02	3,3	...	0,00	1,00	0,0		
Kokku:				$H_{juhtivus}$, W/K	163,3	H_{joonst} , W/K		41,1	$H_{õhuleke}$, W/K	33,1
Välispiirde summaarne soojuserikadu				ΣH , W/K				237,5		
Välispiirde keskmine soojuslääbivus				$\Sigma H / A_{välis}$				0,4		
Hoone kootav pind				A_{kootav} , m ²				204,0		
Hoone madala temperatuuriseadega pind				A_{madala} , m ²				0,0		
Välispiirde summaarne soojuserikadu kootava pinna kohta				$\Sigma H / A_{kootav}$				1,16		

Ventilatsioonisüsteem	Õhuvooluhulk sissep./väljat.	Süsteemi SFP	Soojustagasti tüüp	Soojustagasti temperatuuri suhtarv,	Heitõhu min. temp. ¹	Sissepuhkeõhu temperatuur ²
	m ³ /s / m ³ /s	kW/(m ³ /s)		-	°C	°C
Ventilatsioonisüsteem	0,41	1,6	Plaat	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/(m ² ·a)	Küttegaafik ⁵ °C / °C	Küttesüsteemi võimsus ⁴ Elekter kW	Soojus kW
Pelletkatel	0,85	0,97	-	-	0,5	55/45	-	32
Ventilatsiooni küte	1	1	-	-	-	-	0,5	-
Soe tarbevesi	0,85	1	-	-	-	5/55	-	-

³ esitatakse soojuspumpasüsteemide puhul
⁴ puudub, kui esitatakse soojuspumpasüsteemi koosseisus

Jahutussüsteem	Jahutusperioodi keskmine jahutustegur	Aastase jahutusenergia osakaal ⁶ , -	Abiseadmete ⁴ elekter kWh/(m ² ·a)	Jahutusgraafik ⁵ °C / °C	Jahutuskadude tegur
	-	-	-	-	β_{je} , β_{jek} , β_{js} , -
1 (nt. tsentraalne)	-	-	-	-	-
2 (nt. SPLIT)	-	-	-	-	-

⁵ arvutusliku välisõhu temperatuuri korral, esitatakse vedelküttesüsteemide puhul
⁶ 1,0 juhul kui puudub vabajahutus

Lokaalse taastuvenergia süsteemid	Päikese-kollektori aktiiv-pindala, m ²	Päikese-paneelide max võimsus, kW	Tuulegeneraatori nimi-võimsus, kW
Päikesepaneelid		0	
Päikesekollektor	0		

Vabasoojused	Inimesed	Seadmed	Valgustus	Kasutusaste	Kasutusaeg päeva nädalas	Kasutusaeg tundi päevas
	W/m ²	W/m ²	W/m ²	-	d	h
Avalik hoone	5	0	14	0,5	7	14

Kuupäev	Nimi	/allkirjastatud digitaalselt/
---------	------	-------------------------------

Energiarvutuse tulemuste esitamine

Andmed hoone kohta		Variant 10						
Hoone kasutusotstarve		12615-Klubi, Rahvamaja				☐ Uusehitus		
Aadress		Vabrikuväljak 6, Kärkla, Hiiumaa vald				☒ Oluline rekonstrueerimine		
Ehitusaasta		1897				☐ Rekonstrueerimine		
Kõetav pind		203,97		m ²		☐ Olemasolev hoone		
Madala temp.seadega pind		14,26		m ²				
Netopind		203,97		m ²				
Energiatõhususarv		230		kWh/(m ² a) (kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)				
Energiatõhususarv B		230		kWh/(m ² a) (kWh kõetava pinna ruutmeetri kohta)				
B Energiatõhususarv ilma lokaalselt toodetud elektri								
Energiakasutuse	Hangitud kütused	Tarnitud	Tarnitud	Eksporditud	Eksporditud	Kaalumis-	Kaalutud	
kokkuvõte	massi või	energia	energia	energia	energia	tegur	energiakasutus	
	kogus/a	mahuühik	kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/a	kWh/(a m ²)	-	kWh/(a m ²)
Elekter	-	-	14256	69,9	0	0,0	2,00	139,8
Pellet	6132	kg	28206	138,3	-	-	0,65	89,9
Summa	-	-					-	230
Lokaalselt toodetud ja eksporditud energia			Lokaalselt toodetud		Eksporditud		Omatarbe osakaal	
			kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/a	kWh/(a m ²)	%	
Soojusenergia päikesest			0	0,0				
Elekter päikesest			0	0,0	0	0,0	80	
Summaarne energiakasutus			Elekter	Soojus	Elekter	Soojus		
			kWh/a	kWh/a	kWh/(a m ²)	kWh/(a m ²)		
Küttesüsteem			-	-	-	-		
Ruumide küte			-	23406	-	114,8		
Ventilatsiooniõhu soojendamine			3065	-	15,0	-		
Tarbevee soojendamine			-	4799	-	23,5		
Abiseadmete elekter			201,985	-	1,0	-		
Ventilatsioonisüsteem ¹			3693	-	18,1	-		
Jahutussüsteem			-	-	-	-		
Abiseadmete elekter			-	-	-	-		
Valgustus			7296	-	35,8	-		
Seadmed			0	-	0,0	-		
Summa (tehnosüsteemide			14256	28206	69,9	138,3		
summaarne energiakasutus)								
¹ ventilatsiooniõhu soojendamine loetakse küttesüsteemi osaks								
Netoenergiavajadus			kWh/a	kWh/(a m ²)				
Ruumide küte ²			19298,5	94,6				
Ventilatsiooniõhu soojendamine ³			3065,3	15,0				
Tarbevee soojendamine			4079,4	20,0				
Ruumide jahutus			-	-				
Ventilatsiooniõhu jahutus			-	-				
² sisaldab infiltratsiooniõhu ja ventilatsiooniõhu soojenemise ruumis								
³ arvutatud koos soojustagastusega								
Arvutusprogrammi nimi ja versioon								
Kuupäev			Nimi			/allkirjastatud digitaalselt/		

GRAAFILINE OSA

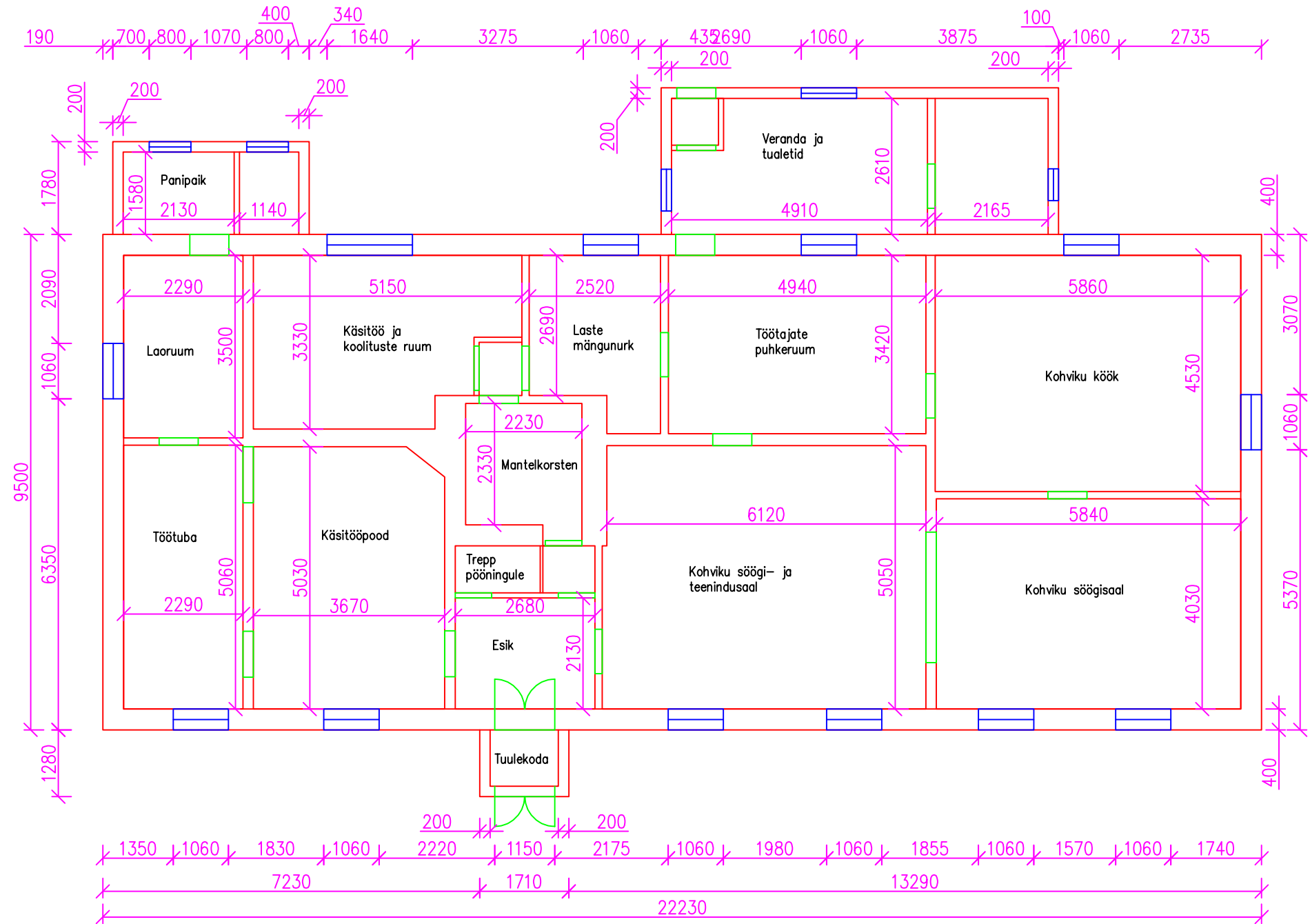
Joonis 6. Hoone esimese korruse plaan algolukorras

Joonis 7. Hoone esimese korruse plaan rekonstrueeritud olukorras

Joonis 8. Hoone sokli sõlmed

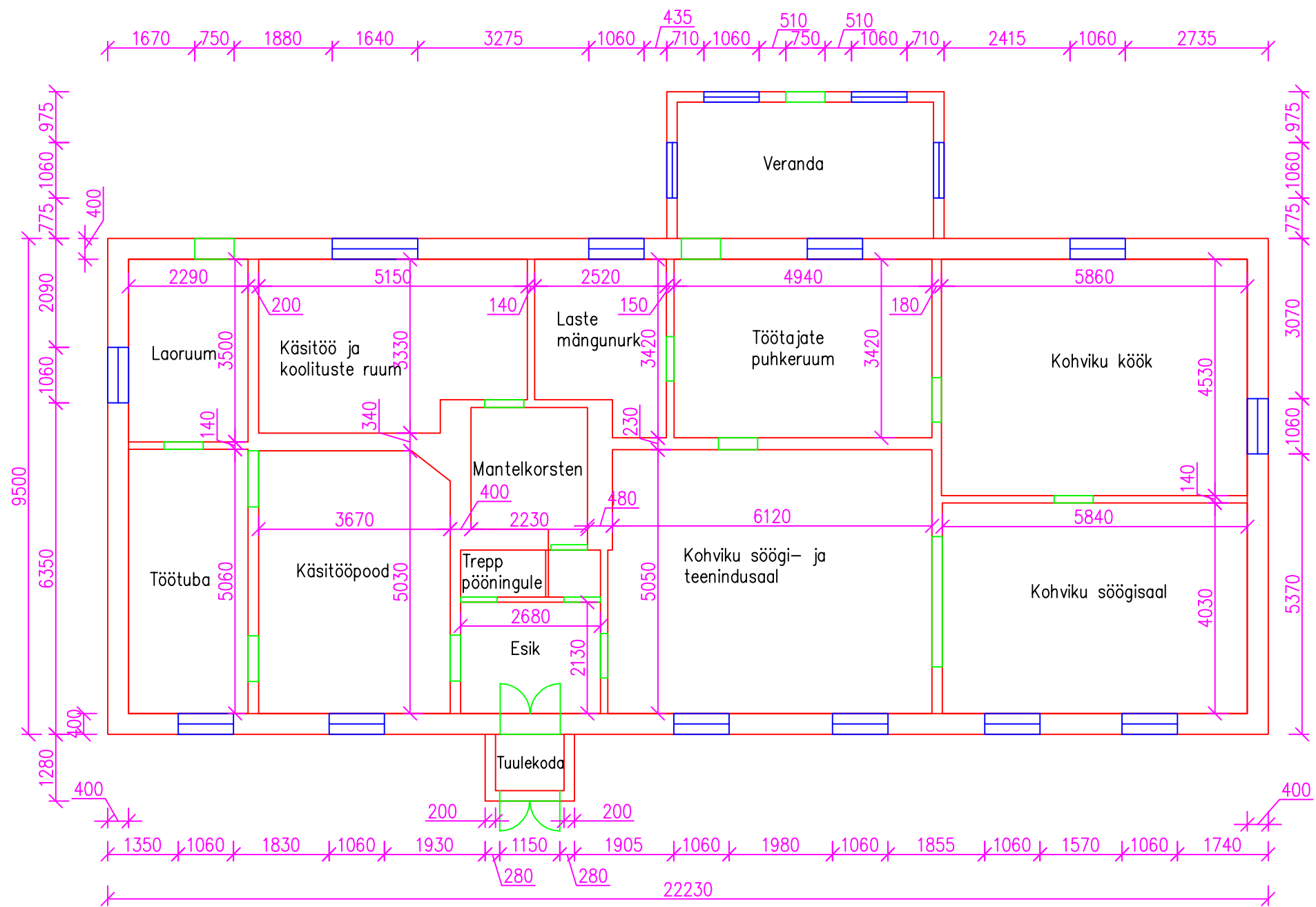
Joonis 9. Hoone räästa sõlmed

Hoone esimese korruse plaan algolukorras
M1:100

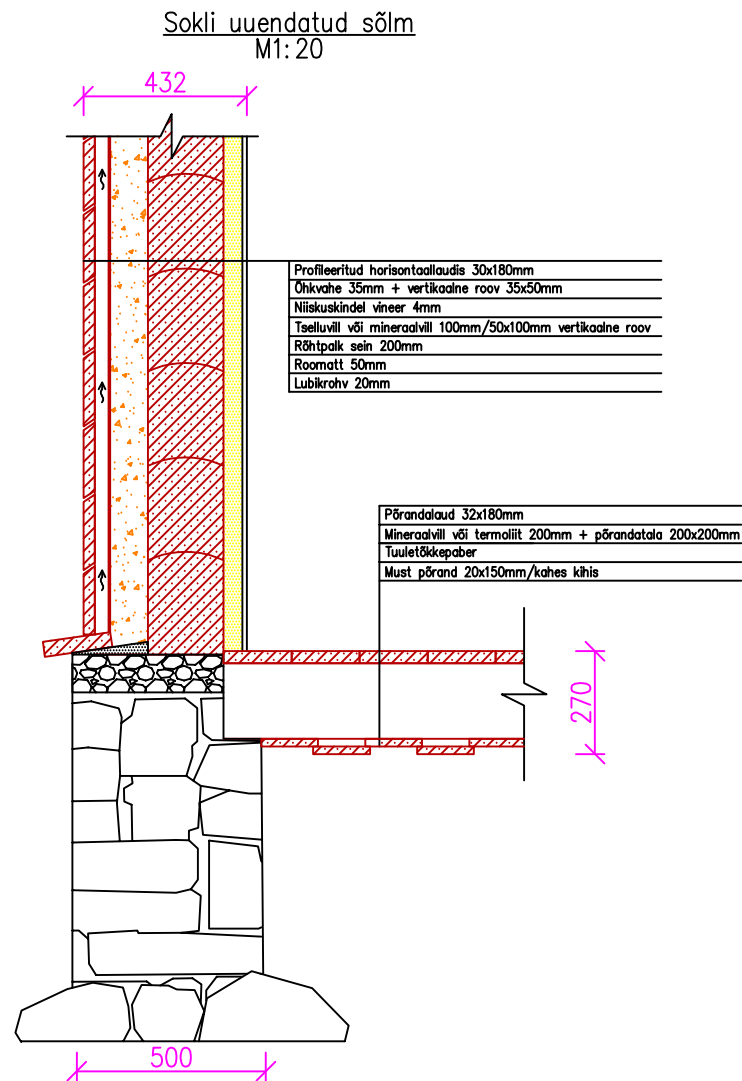
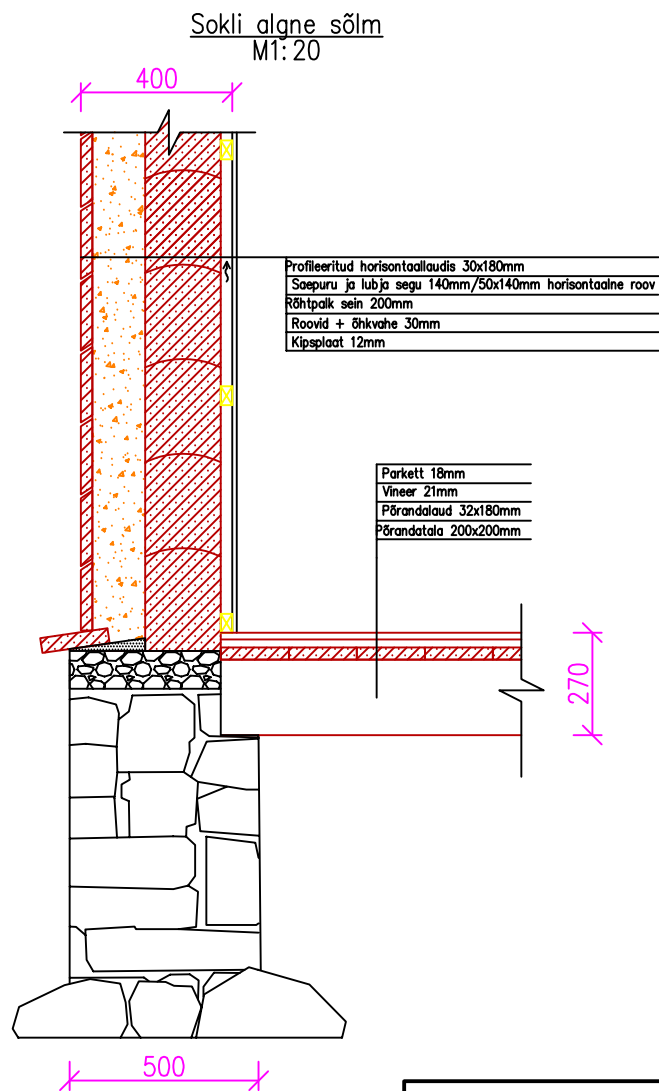


 TALLINNA TEHNIKA KÕRGGKOOI		MUINSUSKAITSE_ALL_OLEVA_HOONE _REKONSTRUEERIMINE_JA_ENERGIATÕHUSUSE_ANALÜÜS		
Koostas: MATTHIAS_VOHU		Joonise nimetus HOONE_ESIMSES_KORRUSE_PLAAN ALGOLUKORRAS		
Juhendas: EGERT-RONALD_PARTS				
_20SALEJA –		Joonise nr 6	Töö nr 1	Õpperühm: HE2019
TALLINN	01.05.2023	Skaala M1:100	Lehti: 1	Lehti: 4

Hoone esimese korruse plaan rekonstrueeritud olukorras
M1:100



 TALLINNA TEHNIKAKÕRGMK		MUINSUSKAITSE_ALL_OLEVA_HOONE _REKONSTRUEERIMINE_JA_ENERGIATÖHUSUSE_ANALÜÜS		
Koostas: MATTHIAS_VOHU		Joonise nimetus HOONE_ESIMESE_KORRUSE_PLAAN REKONSTRUEERITUD_OLUKORRAS		
Juhendas: EGERT-RONALD_PARTS				
_20SALEJA –		Joonise nr 7	Töö nr 1	Õpperühm: HE2019
TALLINN	01.05.2023	Skaala M1:100	Lehti: 2	Lehti: 4



MUINSUSKAITSE_ALL_OLEVA_HOONE _REKONSTRUEERIMINE_JA_ENERGIATÖHUSUSE_ANALÜÜS

Koostas: MATTHIAS_VOHU

Juhendas: EGERT-RONALD_PARTS

_20SALEJA -

TALLINN 01.05.2023

Joonise nimetus HOONE_SOKLI_SÕLMED

-

Joonise nr 8

Skaala M1:20

Töö nr 1

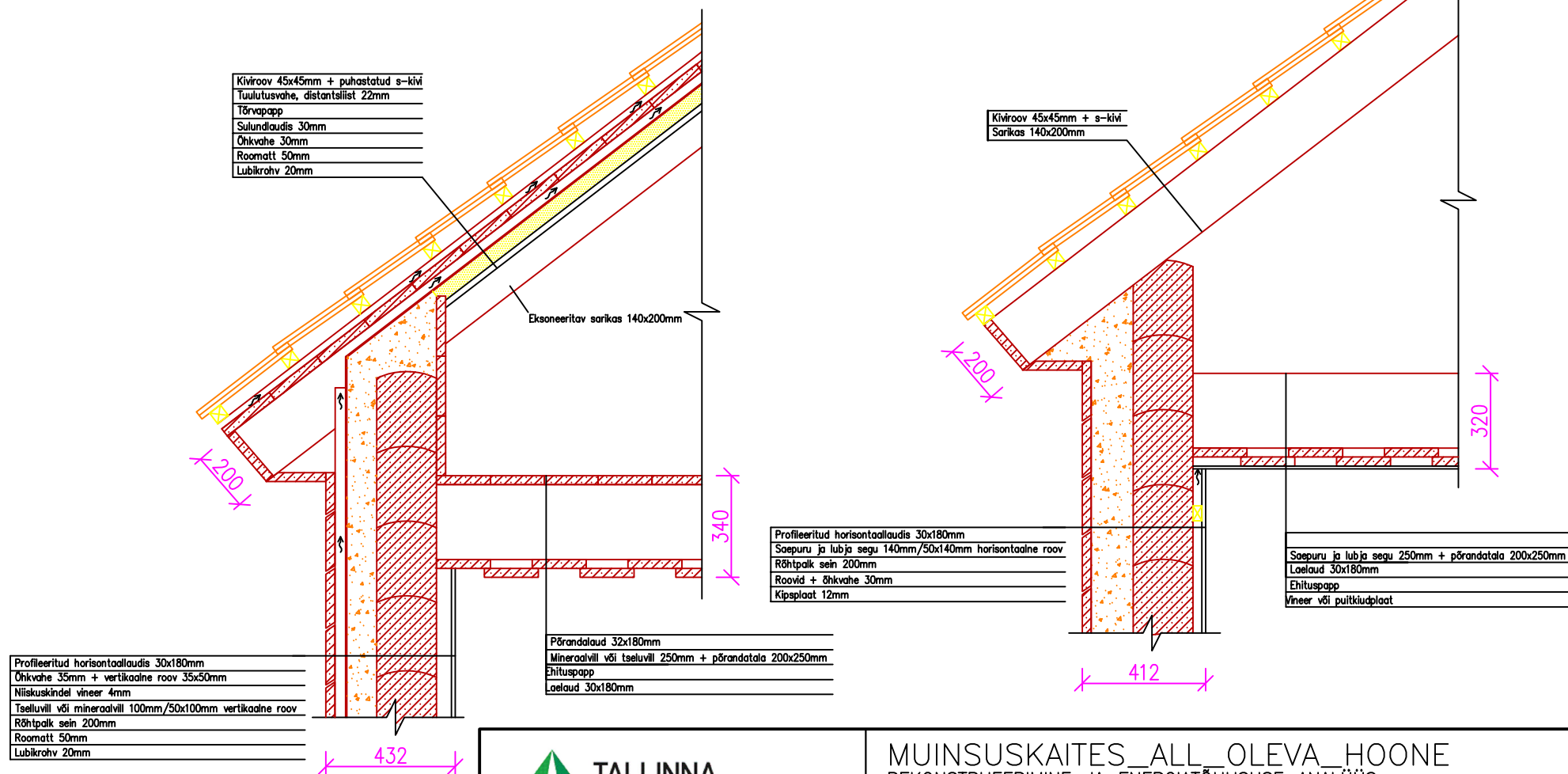
Leht: 3

Õpperühm: HE2019

Lehti: 4

Räästa uuendatud sõlm
M1:20

Räästa algne sõlm
M1:20



MUINSUSKAITES_ALL_OLEVA_HOONE REKONSTRUEERIMINE_JA_ENERGIATÖHUSUSE_ANALÜÜS

Koostas: MATTHIAS_VOHU

Juhendas: EGERT-RONALD_PARTS

_20SALEJA -

TALLINN 01.05.2023

Joonise nimetus HOONE_RÄÄSTA_SÕLMED

-

Joonise nr 9

Skaala M1:20

Töö nr 1

Leht: 4

Õpperühm: HE2019

Lehti: 4