

Mart Valler

**ÜKSIKELAMU
VIIMISTLUSMATERJALIDE JA
TEHNOSEADMETE HINNATAV
ELUIGA**

LÕPUTÖÖ

Ehitusteaduskond
Hoonete ehituse eriala

Tallinn 2014

Tõendan, et lõputöö on minu, Mart Valler'i kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja loome- ja teadustööde seisukohad on viidatud.

Lõputöö koostamine, kaitsmine ja selles sisalduv informatsioon on *prima facie* õppeotstarbeline ja töö on kaitstud autoriõiguse seadusega, mille kohaselt on autoril töö suhtes mittevoralised õigused. Juhul, kui seda lõputööd kasutatakse muudel põhjustel kui reprodutseerimine õppe- ja teaduslikel eesmärkidel, mis ei ole ajendatud ärilistest huvidest, siis laienevad lõputöö autorile lisaks mittevoralistele õigustele ka voralised õigused.

Lõputöö autor: Mart Valler
(allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: 100820617

Õpperühm: KEI 82

Lõputöö vastab ülesandele ja kehtivatele nõuetele.

Juhendaja: Anti Hamburg
(allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud "....." 2014 a

Ehitusteaduskonna dekaan

Martti Kiisa
(allkiri)

Ehitusteaduskond

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: Mart Valler

Üliõpilase kood 10082617

Õpperühm KEI 82

Eriala: Hoonete ehitus (kood 1827)

Lõputöö teema: Üksikelamu viimistlusmaterjalide ja tehnoseadmete hinnatav eluiga

Lähteandmed töö koostamiseks: Analüüsitava hoone maht ja normdokumendid.

Töö koosseis, lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

- Kuidas reguleerib Ehitusseadus üksikelamu ehitust?
- Millised on analüüsitava hoone soojuskaod?
- Milline on sobivam küttesüsteem analüüsitavale üksikelamule?
- Milline on viimistlusmaterjalide hooldusvajadus hoones elueaga 50 aastat?
- Millised on tehnoseadmete hooldus- ja vahetusvajadused hoones elueaga 50 aastat?

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht.

Seletuskiri koosneb 50 leheküljest, milles:

- fotosid 8 tk,
- jooniseid 8 tk,
- tabeleid 8 tk.

Seletuskiri peab olema trükitud kas masinkirjas või arvutil.

Joonised vormistada kas käsitsi või arvutil.

Lõputöö konsultandid:

Valdkond	Konsultandi nimi	Allkiri	Kuupäev

Lõputöö juhendaja: Anti Hamburg
(allkiri) (kuupäev)

Lõpetaja: Mart Valler
(allkiri) (kuupäev)

Kinnitan ülesande: Martti Kiisa
Ehitusteaduskonna dekaan (allkiri) (kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 25. november 2013 a.

Lõputöö esitamise tähtaeg: 12. mai 2014 a.

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	7
1 SEADUSANDLUS JA SELLE TÄITMISE KONTROLL	9
1.1 Ehitusseadus	9
1.2 Kohaliku omavalitsuse poolne järelevalve	11
1.3 Ehitusettevõtja pädevuse kontrollimine.....	12
2 HOONE KIRJELDUS.....	13
2.1 Seletuskiri	13
2.2 Plaanid	15
2.3 Hoone soojuskadude leidmine ruumide kaupa.....	17
2.3.1 Välispiirde soojusjuhtivus	17
2.3.2 Erisoojuskadu külmasildadest	19
2.3.3 Erisoojuskadu välispiirdest	19
2.3.4 Erisoojuskadu infiltratsioonist.....	21
2.3.5 Hoone ventilatsioonibilanss ja erisoojuskadu sissepuhkeõhust	22
2.3.6 Hoone soojuskaod ruumide kaupa ja küttevõimsuse leidmine	23
3 KÜTTESÜSTEEM.....	24
3.1 Küttesüsteemi valik	24
3.2 Õhk-vesi soojuspump	25
3.3 Ahiküte	27
4 TARBEVESI.....	29
4.1 Tarbevee soojendamine	29
5 VENTILATSIOON	31
5.1 Ventilatsiooniseadme valik.....	31
6 HOONE VASTUPIDAVUS AJAS JA HOOLDUS	33
6.1 Hoone konstruktsiooni vastupidavus 50 aasta jooksul	33
6.1.1 Vundament	33
6.1.2 Põrandad	33
6.1.3 Seinad	33
6.1.4 Laed	34
6.1.5 Katus.....	34
6.2 Viimistlusmaterjalide vastupidavus 50 aasta jooksul	35
6.2.1 Põrandad	35

6.2.2	Seinad	35
6.2.3	Laed	36
6.2.4	Katus.....	37
6.2.5	Terrass	38
6.3	Viimistlusmaterjalide hooldus 50 aasta jooksul	39
6.3.1	Puitpõranda lakkimine.....	39
6.3.2	Põrandaplaadi hooldus	39
6.3.3	Puitfassaadi värvimine	39
6.3.4	Siseseinte värvimine või lakkimine.....	40
6.3.5	Seinaplaadi hooldus.....	40
6.3.6	Lagede värvimine või lakkimine.....	41
6.3.7	Katuse värvimine.....	41
6.3.8	Terrassi õlitamine	42
6.3.9	Viimistlusmaterjalide hoolduskulu kokku	42
6.4	Tehnosüsteemide vastupidavus 50 aasta jooksul.....	46
6.4.1	Küttesüsteem	46
6.4.2	Tarbevesi	46
6.4.3	Ventilatsioon	47
6.5	Tehnoseadmete hooldus ja vahetamise vajadus 50 aasta jooksul.....	48
6.5.1	Õhk-vesi soojuspump	48
6.5.2	Ahiküte	48
6.5.3	Soojaveeboiler	48
6.5.4	Ventilatsiooniagregaat.....	49
6.5.5	Tehnoseadmete hooldus- ja vahetuskulu kokku.....	49
6.6	Materjalide ja seadmete eluiga	53
KOKKUVÕTE.....		54
SUMMARY		56
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU.....		58

SISSEJUHATUS

Uurimistöö teemaks olen valinud üksikelamu viimistlusmaterjalide ja tehnoseadmete hinnatava eluea.

Viimase 20 aasta jooksul on eramajade ehituses toimunud palju muutusi ja tänast turgu reguleerivad enam mitte niipalju seadusandlus kui pankade ja kindlustusfirmade seatud tingimused. Seega on järjest olulisem ka ostjal teada, kas ostetav maja ka 30-50 aasta pärast elamiskõlbulik on. Pangalaenu võtab noor pere endale 30 aastaks ja kui nüüd 10 või 15 aasta pärast tuleb uuendada küttesüsteem, ehitada uus ventilatsioon, teha sanitaarremont ja veel ka konstruktsioone kontrollida, ei jää majaomanikul muud üle kui laenu suurendada. Maksegraafik koostatakse 20-30 aasta peale ja pensionipõlveks maja väljaostu lootus hakkab kustuma. Kõige kurvem aga on seis olukorras, kus ootamatused majaga ilmuvad just pensionipõlves. Ei saa enam kindel olla, et on siis veel jaksu maja uuendama hakata. Siis ongi tihti inimesed sellises väljapääsmatus olukorras, kus lahendus on ainult kodu müümisel.

Üks olulisemaid tagatiseid hoone vastupidavusel on ehituskvaliteet. Ehituskvaliteet sõltub paljudest pisiasjadest ja ehituskvaliteedi tagamiseks on oluline ka eramajade ehitusel juhtida tähelepanu kvaliteedikontrollile. Aastaid on meie ehitushanked olnud vaid hinnakesksed ja kvaliteet ei ole olnud ehitushanke korraldamise hetkel esmatähtis. Olukorras, kus kvaliteet ei ole esmatähtis ja garantii ehitustöödele on kaks aastat, ei ole võimalik rääkida hoonest elueaga 50 aastat.

Kvaliteet ja eluiga on omavahel otseses seoses. Kui valime odavama materjali ja odavam hind on tulnud kvaliteedi arvelt, peame selle eest kandma hoone eluea jooksul lisakulusid. Sama seos on ka ehitustööde teostajaga. Kui valime odavama hinnaga ehitaja ja odavam hind tuleb oskuste arvelt, siis suure tõenäosusega võib tekkida puudusi, mis selguvad alles aastate pärast ja selle kulu prognoosimine on võimatu.

Teiseks hoone eluea probleemiks on tehnoseadmete lühike eluiga ja seadmete seadistamise oskus. Enamikel uutel seadmetel on automaatika juhtpaneel olemas, kuid paigaldaja oskustes seadet vastavalt hoone ja elanike vajadustele seadistada ei saa kindel olla. Kui aga paigaldaja oskused on tasemel ja seade töötab tõrgeteta, siis esimese elektrikatkestuse või muu rikke järel vajavad süsteemid uut seadistust, millega elanikud omal jõul ei pruugi hakkama saada. Neid ettevõtteid ja

arendajaid on täna palju, kes pakuvad välja elamuehituses tehnosüsteemidele uuenduslikke lahendusi, aga ettevõtteid, kes suudaks neid uuenduslikke lahendusi ka töös hoida, napib.

Uurimistöös olen võtnud ülesandeks kirjutada lahti üksikelamu viimistlusmaterjalide ja tehnoseadmete eluea selliselt, kus võtan arvesse kulutusi, mis on vaja teha hoone seisukorra säilitamiseks. Kuluarvutused teen lihtsustatult, et tuua välja kitsaskohad, millele oleks vajalik pöörata tähelepanu projekteerimise faasis. Hoone vajab eluspüsimiseks kõrvalist abi ja seda peame andma meie majaomanikena. Kui oleme hoone seisukorra säilitamiseks tehtavad kulud läbi mõelnud, siis oskame ka paremini aru saada kvaliteedi olulisusest ja tehnosüsteemide toimivusest, sest eeldatavad kulud sõltuvad just meie esmastest valikutest.

Uurimistöös analüüsin enda poolt kavandatud hoonet. Materjalide ja tehnosüsteemide valikul on oluline saada aru nende seostest hoone soojuskadudega. Konstruktsiooni soojusjuhtivus annab meile ette küttevajaduse, mis on määrav kütteseadmete valikul.

Uurimistöö eesmärk on anda ülevaade erinevate viimistlusmaterjalide ja tehnoseadmete hinnatavast elueast, kui hoone eluiga on 50 aastat.

1 SEADUSANDLUS JA SELLE TÄITMISE KONTROLL

1.1 Ehitusseadus

§ 3. Ehitisele esitatavad nõuded

(7) Ehitise välispiirded ning olulise energiatarbega tehnosüsteemid peavad tagama ehitises tarbitava energiahulga vastavuse ehitise asukoha kliimatilistele tingimustele ning ehitise kasutamise otstarbele. Sisekliima tagamisega hoone välispiirded ning olulise energiatarbega tehnosüsteemid peavad olema projekteeritud ja ehitatud selliselt, et nende koostoimel oleks võimalik tagada energiatõhususe miinimumnõuete täitmine. [1]

Oluline punkt, mis peaks meid sundima ehitusprojekti rohkem lahti kirjutama. Seda punkti on raske täita, kui meil ei ole ehitusprojekti lahendatud konstruktsioon, katematerjalid ja tehnosüsteemid detailselt.

§ 4. Ehitise garantii

(1) Käesoleva seaduse tähenduses on garantii ehitusettevõtja poolt võetud kohustus tagada, et tema tehtud ehitustöö vastab lepingu tingimustele ning ehitustöö tulemusena ehitatud ehitisel või selle osal säilivad määratud aja jooksul sihipärase kasutamise ja hooldamise korral ehitise või selle osa kasutamiseks vajalikud ohutuse ja kasutamise omadused ning kvaliteet.

(2) Käesoleva paragrahvi lõikes 1 nimetatud garantii kestus on vähemalt kaks aastat ehitamise lõppemise päevast arvates, seejuures ehitamise lõppemise päeva määravad ehitusettevõtja ja ehitise või valmiva ehitise omanik (edaspidi *ehitise omanik*) omavahelises lepingus. Kui lepingus ei ole määratud ehitamise lõppemise päeva, loetakse ehitise garantii alguse ajaks ehitusettevõtja poolt ehitise või selle osa ehitise omanikule üleandmise päev. Ehitustöö käigus ehitisse püsivalt paigaldatud seadmetele kohaldatakse nende tootja poolt ettenähtud garantiid, kusjuures ehitusettevõtja poolt antav seadmete garantii kestus ei või olla lühem kui kuus kuud.

(3) Ehitise garantii kestuse ajal ilmsiks tulnud ehitusvead kõrvaldab ehitusettevõtja oma kulul mõistliku aja jooksul. [1]

Garantiiaja miinimum on küll Ehitusseaduses kirjas, aga 50 aastase eluea jaoks ei ole see piisav.

§ 12. Ehitamisele esitatavad nõuded

(1) Ehitada tuleb vastavalt ehitusprojektile, välja arvatud käesolevas seaduses ettenähtud juhtudel väikeehitise ehitamise korral. Ehitamisel tuleb vältida ehitamise kahjulikke mõjusid naaberehitisele, ümbrusele ja teistele isikutele.

(2) Ehitamiseks peab olema ehitusluba./.../ Ehitusluba, kirjalik nõusolek või kohaliku omavalitsuse teavitamine ei anna õigust ehitada ilma maaüksuse või ehitise omaniku loata./.../

(3) Ehitada võib ehitusettevõtja, kes vastab käesoleva seaduse §-s 41 sätestatud nõuetele.

(4) Üksikelamu, suvila, aiamaja, taluhoone ja väikeehitise enda tarbeks ehitamise korral ei pea järgima käesoleva paragrahvi lõikes 3 sätestatut. [1]

Uurimistöö keskendub üksikelamule ja üksikelamu ehitamise õigus on reguleerimata.

§ 30. Omanikujärelevalve

(4) Omanikujärelevalvet võib teha ehitise omanik, kui ehitatakse:

- 1) väikeehitist;
- 2) üksikelamut;
- 3) suvilat;
- 4) aiamaja;
- 5) taluhoonet;
- 6) ehitise teenindamiseks vajalikku rajatist;
- 7) riigisaladusega või salastatud välisteabega seotud ehitist;
- 8) riigikaitse ehitist. [1]

Puudulik ja oskamatu omanikujärelevalve on paljude probleemide algus.

§ 31. Ehitamise dokumenteerimine

(1) Ehitamise käigus tehtavad tööd dokumenteerib ehitamist teostav isik.

(2) Ehitamise tehnilised dokumendid on:

- 1) ehitusprojekt ja selle muudatused;
- 1¹) teostusjoonised;
- 2) ehitustööde päevik;
- 3) kaetud tööde aktid;
- 4) töökoosolekute protokollid;
- 5) muud ehitamist iseloomustavad dokumendid. [1]

Erialaste teadmisteta ehitamise dokumenteerimine ei ole kõige lihtsam. Kui dokumenteerimine on jäänud juba alguses puudulikuks, siis tagantjärele dokumenteerimine ei ole kindlasti kõige täpsem.

§ 32. Ehitise kasutusluba

(1) Ehitise kasutusluba (edaspidi *kasutusluba*) on kohaliku omavalitsuse või riigi nõusolek, et valminud ehtis või selle osa vastab ehitisele ettenähtud nõuetele ja seda võib kasutada vastavalt kavandatud kasutamise otstarbele. [1]

Kasutusluba on hetkel kinnisvaraturul kõige olulisem dokument. Pangad ja kindlustusfirmad on võtnud kasutusloa olemasolu laenu taotlemise aluseks maja ostul-müügil.

§ 33. Kasutusloa väljastamine

(2) Kasutusloa saamiseks tuleb:

- 1) esitada kasutusloa taotlus;
- 2) esitada ehitusprojekt, mille kohaselt ehtis on ehitatud;
- 3) esitada lisaks ehitusprojektile ehitamise tehniliste dokumentide originaalid või dokumendi väljastaja, ehitustoote importija, ehitise omaniku või kohaliku omavalitsuse kinnitatud koopiad, kui kasutusloa taotlejal on ehitamise tehniliste dokumentide säilitamise kohustus;
- 4) esitada õigusaktis sätestatud juhtudel dokument, mis tõendab ehitise kasutusele võtmisele eelneva ehitise, selle osa või ehitise tehnosüsteemi tehnilise kontrolli teostamist;
- 5) esitada õigusaktis sätestatud juhtudel kirjalik nõusolek ehitise või selle osa kasutusele võtmiseks;
- 5¹) esitada energiamärgis, kui see on nõutav;
- 6) tasuda riigilõiv. [1]

Eesti Vabariigis on vahepealsete pööraste aegade tõttu kasutusloata ehitisi väga palju. Tagantjärele dokumentide korda saamine pole kõige kergem ja tekib ka olukordi, kus isegi võimatu.

1.2 Kohaliku omavalitsuse poolne järelevalve

Kohalikule omavalitsusele on Ehitusseaduse järgi määratud ehitusjärelevalve omal haldusterritooriumil ning ehitus- ja kasutuslubade väljaandmine.

Ehitusloa väljastamise eelduseks on detailplaneeringu koostamise kohustuse korral detailplaneering, muudel juhtudel kohaliku omavalitsuse poolt kinnitatud projekteerimistingimused.

Ehitusloa väljastamise aluseks on põhiprojekt, mille järgi on võimalik ehitada ja teostatud töid kontrollida, kahjuks antakse ehitusluba üksikelanule tavaolukorras eskiisprojekti alusel.

Viimased 20 aastat on kohalike omavalitsuste territooriumitel käinud vilgas kinnisvaraarendus üksikelanute osas. Palju on olukordi, kus ehitusload on väljastatud puudulike ehitusprojektide

alusel, ehitajaks on olnud omanik koos sõprade ja sugulastega ning omanikujärelevalve on olnud olematu.

Kohaliku omavalitsuse rolliks on pigem jäänud ehituslubade ja kasutuslubade eest riigilõivude kasseerimine ning trahvimine, kui on jäetud mingi dokument või tingimus täitmata.

Leian, et olukord on keeruline, kui kohalike omavalitsuste ehitusspetsialisti haridusnõudeks on keskharidus ja eriala peab tundma vaid niipalju, et oskaks leida puuduvaid dokumente täitedokumentatsioonis. See tähendab, et ühe üksiklamu saab püstitada ilma ühtegi ehituseriala tundvat inimest kaasamata. Ehk ei olekski midagi hullu, kui sellise maja ehitanud inimene seal ise elaks, aga keeruliseks teeb olukorra see, et paljud sellised majad on kinnisvaraportalides müügis.

Kohalik omavalitsus saab olukorda parandada, kui lõpetataks eskiisprojektide alusel ehituslubade väljastamine ja soovitatakse vähemalt kaaluda omanikel ehituses pädevate inimeste kaasamist ehitusprotsessi.

1.3 Ehitusettevõtja pädevuse kontrollimine

Eramaja ehitusel on ehitusettevõtja valik keeruline. Riigihangete jaoks on loodud tunnustatud ehitusettevõtjate ametlik nimekiri, mida peab Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. Eramaja tellijal on võimalik ehitusettevõtja pädevust kontrollida MTR registreeringu järgi. Registreeringu andmetest selgub, mis valdkonnas on ettevõtte pädev tegutsema. Tegelikkuses tasub kontrollida ka vastutava spetsialisti staatust, kas on tegemist isikuga, kes on andnud registreeringule lihtsalt allkirja või osaleb vastutav spetsialist ka igapäevaselt ehitusettevõtte tegevuses.

Ehitusettevõtja pädevust on võimalik hinnata ka oskustööliste järgi. Kui ettevõttel on palgal vajaliku töö teostamiseks arv kvalifitseeritud töömehi ja ettevõtte juht omab erialaseid teadmisi, võib suure tõenäosusega pidada ehitusettevõtet pädevaks antud ehitustöid teostama.

2 HOONE KIRJELDUS

2.1 Seletuskiri

Hoone netopind: 88,8 m²

Hoone köetav pind: 88,8 m²

Hoone eluiga: 50 aastat

Projekteeritud elamu on kelpkatusega ühekorruseline hoone, keldrita.

Peaukse ees on katusealune terrass ja peaukse kõrval on panipaik. Peauksest on pääs esikusse. Esikust pääseb koridori, kus asub suur riidekapp ja sissepääsud teistesse ruumidesse. Paremale poole jääb koridoris kaminahi, millest möödudes pääseb elutoa kaudu kööki või kabinetti. Kabinetist on pääs teisele terrassile, mille katus on kinnitatud seinale ja on ühepoolse kaldega.

Koridorist otse on ukсед wc-sse ja pesuruumi. Vasakule jäävad kaks magamistuba.

Tehnilisse ruumi pääseb teise terrassi kaudu kas läbi kabineti või õuest.

Vundament

Hoone toetub raudbetoonist postidele või vaivundamendile, mille rajamissügavus sõltub pinnaseomadustest.

Põrandad

Põrandate kandekonstruktsioon on puittalad 50*200 mm. Puittalade vahe on soojustatud 200 mm kivivillaga. Põrand on alt tuulutatav ja kandekonstruktsiooni alumiseks kihiks on OSB plaat. Puittaladel on põrandalaagid 50*100 mm. Laagide vahe on soojustatud 100 mm kivivillaga, mis on kaetud aurutõkke ja OSB plaadiga. Viimistlusmaterjalide valikus on eluruumides põrandalaud või naturaalparket. Märjades ruumides ja abiruumides põrandaplaat.

Seinad

Hoone välisseinad on kavandatud puitkarkassil 50*200 mm konstruktsioonina. Soojustatud mineraalvillaga 200 mm. Väljast on sõrestik kaetud OSB plaadiga. Viimistlusmaterjaliks on voodrilaud. Seest on puitkarkassil 50*50 mm roovitus, soojustatud 50 mm kivivillaga ja aurutõke. Vaheseinad on puitkarkassil 50*100 mm, soojustatud kivivillaga. Siseseinte viimistlusmaterjalide valikus on värvitud kipsplaat või laudvooder.

Märgade ruumide vahe ja välisseinad on kaetud kahekordse kipsplaadiga, mis on viimistletud keraamilise plaadiga.

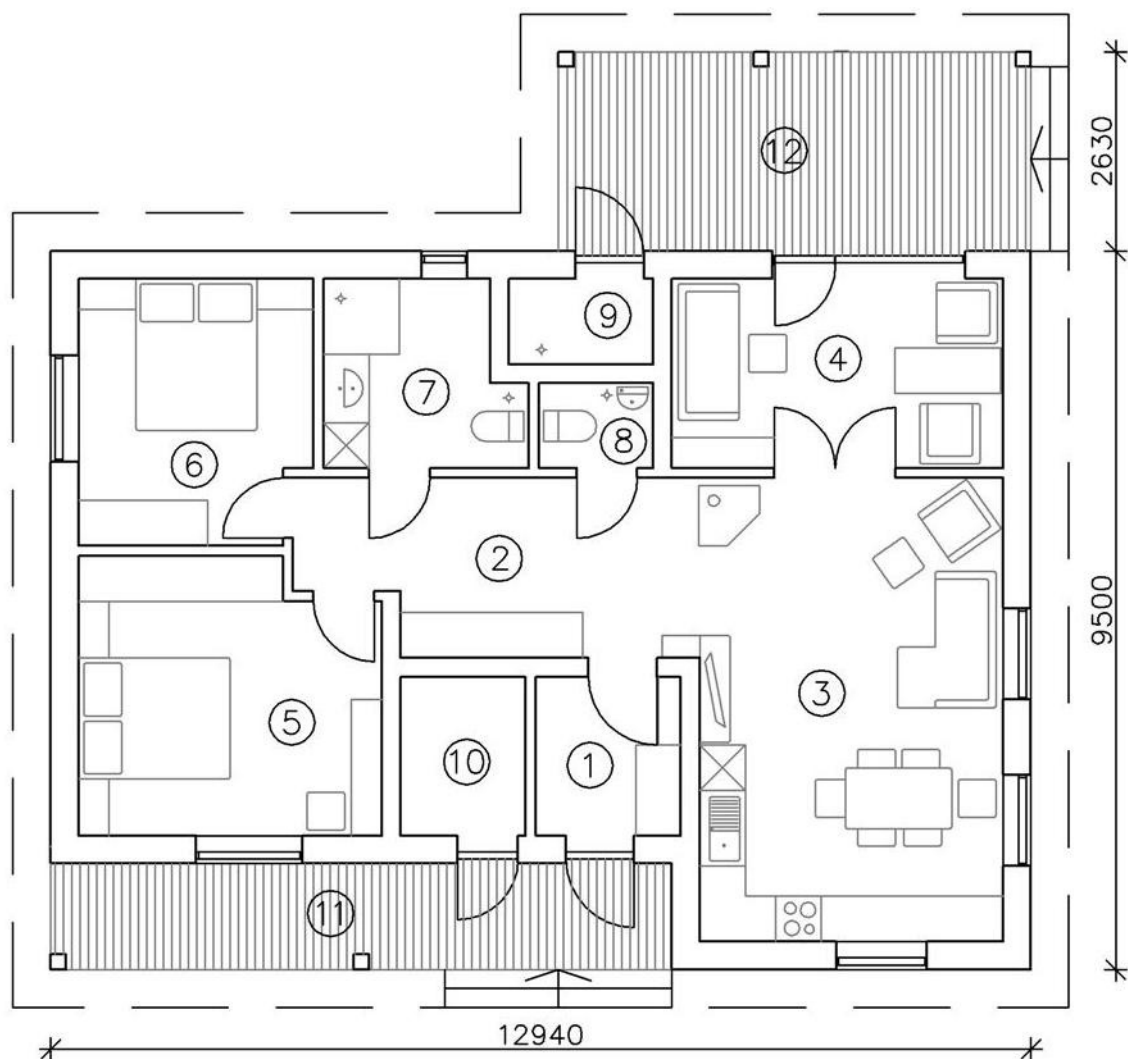
Laed

Hoones on puittaladel laed. Talad 50*200 mm soojustatud mineraalvillaga 200 mm. Talade peal roovitus 50*100 mm soojustatud mineraalvillaga 100 mm. Pealt on roovitus kaetud OSB plaadiga. Hoone seestpoolt on taladel aurutõke. Viimistlusmaterjalide valikus on värvitud kipsplaat või laudvooder.

Katus

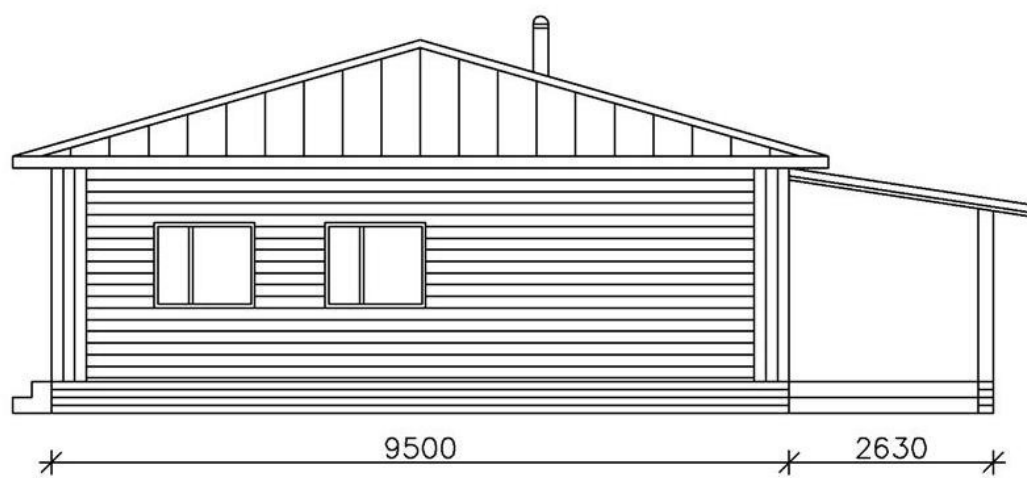
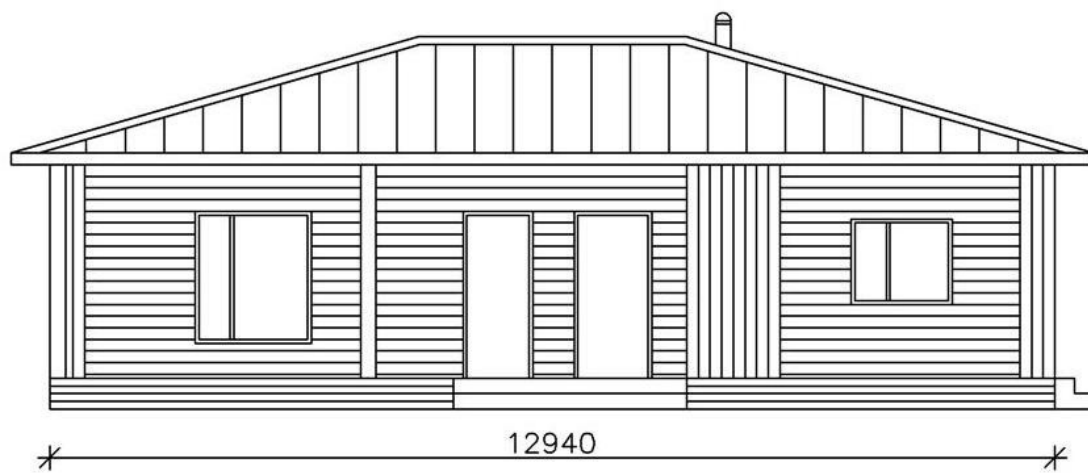
Katus on 50*150 mm puitfermidel kelpkatus. Fermidel on aluskate, distantssliist ja roovitus. Terrassi katus on 50*150 sarikatel, mille üks ots on kinnitatud seinale ja teine ots toetub postidel olevale talale. Katusekatteks on profiilplekk.

2.2 Plaanid



① Esik	4,0m ²	⑦ Pesuruum	6,0m ²
② Koridor	11,5m ²	⑧ WC	1,7m ²
③ Köök+elutuba	24,5m ²	⑨ Tehn.ruum	2,2m ²
④ Kabinet	10,9m ²	⑩ Panipaik	3,5m ²
⑤ Magamistuba 1	14,0m ²	⑪ Terrass 1	11,5m ²
⑥ Magamistuba 2	10,5m ²	⑫ Terrass 2	16,5m ²

Joonis 1. Põhjaplaan (autori joonis)



Joonis 2. Vaated (autori joonis)

2.3 Hoone soojuskadude leidmine ruumide kaupa

2.3.1 Välispiirde soojusjuhtivus

Piirde soojusjuhtivus U [W/m²K] arvutatakse valemiga (1) [2], ümardatuna kahe kohani peale koma:

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

kus: R_T [m²K/W] - piirde kogusoojustakistus.

Soojuslikult homogeenestest kihtidest tarindi kogusoojustakistus R_T [m²K/W] arvutatakse valemiga (2) [2]:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (2)$$

kus: R_{si} [m²K/W] - piirde sisepinna soojustakistus, vt. tabel 1;

R_1, R_2 [m²K/W] - iga materjalikihi arvutuslik soojustakistus;

R_{se} [m²K/W] - piirde välispinna soojustakistus, vt. tabel 1.

Tabel 1

Piirde pindade soojustakistused piirdetarindi soojusjuhtivuse arvutamisel [2]

	Üles (lagi)	Horisontaalne (sein)	Alla (põrand)
R_{si} , m ² K/W	0,10	0,13	0,17
R_{se} , m ² K/W	0,04	0,04	0,04

Välisseina soojusjuhtivus

Materjali soojusjuhtivus [3]:

- Laudvooder 16 mm 0,12 W/mK
- Mineraalvill 250 mm 0,04 W/mK
- Puitsõrestik 250 mm 0,12 W/mK
- OSB plaat 22 mm 0,13 W/mK

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = R_{si} \text{ (tugevalt ventileeritud õhkvahe)}$$

$$R_{sooj.sekts.} = 0,13 + 0,016/0,12 + 0,25/0,04 + 0,022/0,13 + 0,13 = 6,81 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{s\ddot{o}r.sekts} = 0,13 + 0,016/0,12 + 0,25/0,12 + 0,022/0,13 + 0,13 = 2,65 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 550 + 50 / (550/6,81 + 50/2,65) = 6,02 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (550 villa laius, 50 puidu laius)}$$

$$U_{sein} = 1/R_T = 1/6,02 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Lae soojusjuhtivus

Materjali soojusjuhtivus [3]:

- Laudvooder 16 mm 0,12 W/mK
- Mineraalvill 300 mm 0,04 W/mK
- Puitsõrestik 300 mm 0,12 W/mK
- OSB plaat 22 mm 0,13 W/mK

$$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{sooj.sekts.} = 0,10 + 0,016/0,12 + 0,3/0,04 + 0,022/0,13 + 0,04 = 7,94 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{s\ddot{o}r.sekts} = 0,10 + 0,016/0,12 + 0,3/0,12 + 0,022/0,13 + 0,04 = 2,94 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 550 + 50 / (550/7,94 + 50/2,94) = 6,95 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (550 villa laius, 50 puidu laius)}$$

$$U_{lagi} = 1/R_T = 1/6,95 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Põranda soojusjuhtivus

Materjali soojusjuhtivus [3]:

- OSB plaat 22 mm 0,13 W/mK
- Mineraalvill 300 mm 0,04 W/mK
- Puitsõrestik 300 mm 0,12 W/mK
- OSB plaat 22 mm 0,13 W/mK

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{sooj.sekts.} = 0,17 + 0,022/0,13 + 0,3/0,04 + 0,022/0,13 + 0,04 = 8,05 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{s\ddot{o}r.sekts} = 0,17 + 0,022/0,13 + 0,3/0,12 + 0,022/0,13 + 0,04 = 3,05 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_T = 550 + 50 / (550/8,05 + 50/3,05) = 7,08 \text{ m}^2\text{K/W} \text{ (550 villa laius, 50 puidu laius)}$$

$$U_{p\ddot{o}rand} = 1/R_T = 1/7,08 \text{ m}^2\text{K/W} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ukse ja akna soojusjuhtivus

$$U_{aken} = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ [3]}$$

$$U_{uks} = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ [3]}$$

2.3.2 Erisoojuskadu külmasildadest

Erisoojuskadu külmasildadest H_{ks} [W/K] arvutatakse valemiga (3) [4]:

$$H_{ks} = \Psi_j * l \quad (3)$$

kus: Ψ_j [W/mK] - külmasilla soojusjuhtivus: välissein-välissein 0,1 W/mK;
põrand-välissein 0,1 W/mK; lagi-välissein 0,1 W/mK;
akna seinakinnitus 0,03 W/mK; ukse seinakinnitus 0,03 W/mK;
 l [m] - välispiirde sisemõõt.

Tabel 2

Erisoojuskadu külmasildadest [4]

Nr	Ruumi nimetus	$\Psi_j * l$ W/mK*m	H_{ks} W/K
1	Esik	$0,1*3,3 + 0,03*4,2$	0,46
2	Koridor	-	-
3	Köök-elutuba	$0,1*27,8 + 0,03*13,2$	3,18
4	Kabinet	$0,1*13,4 + 0,03*9,3$	1,62
5	Magamistuba 1	$0,1*17,9 + 0,03*6,0$	1,97
6	Magamistuba 2	$0,1*15,7 + 0,03*6,0$	1,75
7	Pesuruum	$0,1*4,4 + 0,03*3,2$	0,54
8	WC	-	-
9	Tehn.ruum	$0,1*2,9 + 0,03*4,2$	0,42
10	Panipaik	$0,1*2,6 + 0,03*4,0$	0,38

2.3.3 Erisoojuskadu välispiirdest

Erisoojuskadu välispiirdest H_{vp} [W/K] arvutatakse valemiga (4) [5]:

$$H_{vp} = U * A \quad (4)$$

kus: U [W/m²K] - välispiirde soojusjuhtivus;
 A [m²] - välispiirde pindala.

Tabel 3

Erisoojuskadu välispiirdest [5]

Nr	Välispiirde nimetus	Välispiirde mõõdud m	A m ²	U W/m ² K	H _{vp} W/K	H _{vp} kokku W/K
1	Põrand	2,1*2,2	4,62	0,15	0,69	4,03
	Lagi	2,1*2,2	4,62	0,15	0,69	
	Välissein	2,1*2,5 – 0,9*2,1	3,36	0,17	0,57	
	Uks	0,9*2,1	1,89	1,10	2,08	
2	Põrand	4,1*2,6+1,2*1,6	12,84	0,15	1,93	3,86
	Lagi	4,1*2,6+1,2*1,6	12,84	0,15	1,93	
3	Põrand	4,1*6,2	25,42	0,15	3,81	15,35
	Lagi	4,1*6,2	25,42	0,15	3,81	
	Välissein	4,1*2,5+6,2*2,5-3*1,0*1,2	22,15	0,17	3,77	
	Aken	3*1,0*1,2	3,60	1,10	3,96	
4	Põrand	4,5*2,6	11,70	0,15	1,76	11,62
	Lagi	4,5*2,6	11,70	0,15	1,76	
	Välissein	4,5*2,5+2,6*2,5-2,6*2,1	12,29	0,17	2,09	
	Aken	2,6*2,1	5,46	1,10	6,01	
5	Põrand	4,1*3,2+0,6*2,8	14,80	0,15	2,22	9,88
	Lagi	4,1*3,2+0,6*2,8	14,80	0,15	2,22	
	Välissein	4,1*2,5+3,8*2,5-1,4*1,6	17,51	0,17	2,98	
	Aken	1,4*1,6	2,24	1,10	2,46	
6	Põrand	3,2*2,6+1,0*2,8	11,12	0,15	1,67	8,31
	Lagi	3,2*2,6+1,0*2,8	11,12	0,15	1,67	
	Välissein	3,2*2,5+3,6*2,5-1,4*1,6	14,76	0,17	2,51	
	Aken	1,4*1,6	2,24	1,10	2,46	
7	Põrand	2,4*1,4+2,9*1,2	6,84	0,15	1,03	3,64
	Lagi	2,4*1,4+2,9*1,2	6,84	0,15	1,03	
	Välissein	2,4*2,5-0,6*1,0	5,40	0,17	0,92	
	Aken	0,6*1,0	0,60	1,10	0,66	
8	Põrand	1,7*1,3	2,21	0,15	0,33	0,66
	Lagi	1,7*1,3	2,21	0,15	0,33	
9	Põrand	2,2*1,3	2,86	0,15	0,43	3,55
	Lagi	2,2*1,3	2,86	0,15	0,43	
	Välissein	2,2*2,5-0,9*2,1	3,61	0,17	0,61	
	Uks	0,9*2,1	1,89	1,10	2,08	
10	Põrand	1,9*2,2	4,18	0,15	0,63	3,76
	Lagi	1,9*2,2	4,18	0,15	0,63	
	Välissein	2,2*2,5-0,8*2,1	3,82	0,17	0,65	
	Uks	0,8*2,1	1,68	1,10	1,85	

2.3.4 Erisoojuskadu infiltratsioonist

Erisoojuskadu infiltratsioonist H_{inf} [W/K] arvutatakse valemiga (5) [4]:

$$H_{inf} = q_i * C_{\delta hk} * \rho_{\delta hk} * 10^{-3} \quad (5)$$

kus: $C_{\delta hk}$ - õhu erisoojus 1005 J/kgK;

$\rho_{\delta hk}$ - õhu tihedus 1,2 kg/m³;

q_i [l/s] - infiltratsiooni õhuhulk q_i arvutatakse valemiga (6) [4]:

$$q_i = \frac{q_{50}}{3,6 * x} * A \quad (6)$$

kus: q_{50} - õhulekke arv väikemajal 6 m³/hm²;

x - tegur, mis on ühekordsetel hoonetel 35;

A [m²] - välispiirde pindala sisemõõtudes;

3,6 - tegur, mis teisendab õhuvoolumulga m³/h ühikust l/s ühikuks.

Tabel 4

Erisoojuskadu infiltratsioonist [4]

Nr	A m ²	q_i l/s	H_{inf} W/K
1	14,49	0,69	0,83
2	25,68	1,22	1,47
3	76,59	3,65	4,40
4	41,15	1,96	2,36
5	49,35	2,35	2,83
6	39,24	1,87	2,26
7	19,68	0,94	1,13
8	4,42	0,21	0,25
9	11,22	0,53	0,64
10	13,86	0,66	0,80

2.3.5 Hoone ventilatsioonibilanss ja erisoojuskadu sissepuhkeõhust

Erisoojuskadu sissepuhkeõhust H_{vent} [W/K] arvutatakse valemiga (7) [6]:

$$H_{vent} = L * C_{\delta hk} * \rho_{\delta hk} * 10^{-3} * (1 - \varphi) \quad (7)$$

kus: $C_{\delta hk}$ - õhu erisoojus 1005 J/kgK;
 $\rho_{\delta hk}$ - õhu tihedus 1,2 kg/m³;
 L [l/s] - õhuhulk;
 φ - soojustagasti temperatuuri suhtarv 0,5.

Tabel 5

Ventilatsioonibilanss ja erisoojuskadu sissepuhkeõhust [6]

Nr	Pind m ²	Sissepuhke norm l/s	Sissepuhke õhuhulk L l/s	Väljatõmbe norm l/s	Väljatõmbe õhuhulk L l/s	H_{vent} W/K
1	4	4	5	5	5	3,02
2	11,5	11,5	10	-	-	6,03
3	24,5	10,0	10	20	20	6,03
4	10,9	10,9	10	-	-	6,03
5	14,0	14,0	10	-	-	6,03
6	10,5	10,5	10	-	-	6,03
7	6,0	-	-	20	20	-
8	1,7	-	-	10	10	-
9	2,2	2,2	5	5	5	3,02
10	3,5	3,5	5	5	5	3,02
			65		65	

2.3.6 Hoone soojuskaod ruumide kaupa ja küttevõimsuse leidmine

Hoone soojuskao Φ [W] arvutatakse valemiga (8) [4]:

$$\Phi = (H_{ks} + H_{vp} + H_{inf} + H_{vent}) * \Delta t \quad (8)$$

kus: H_{ks} [W/K] - erisoojuskadu külmasildadest;

H_{vp} [W/K] - erisoojuskadu välispiirdest;

H_{inf} [W/K] - erisoojuskadu infiltratsioonist;

H_{vent} [W/K] - erisoojuskadu sissepuhkeõhust;

Δt - sise- ja välisõhu temperatuuride vahe.

Tabel 6

Hoone soojuskaod ruumide kaupa [4]

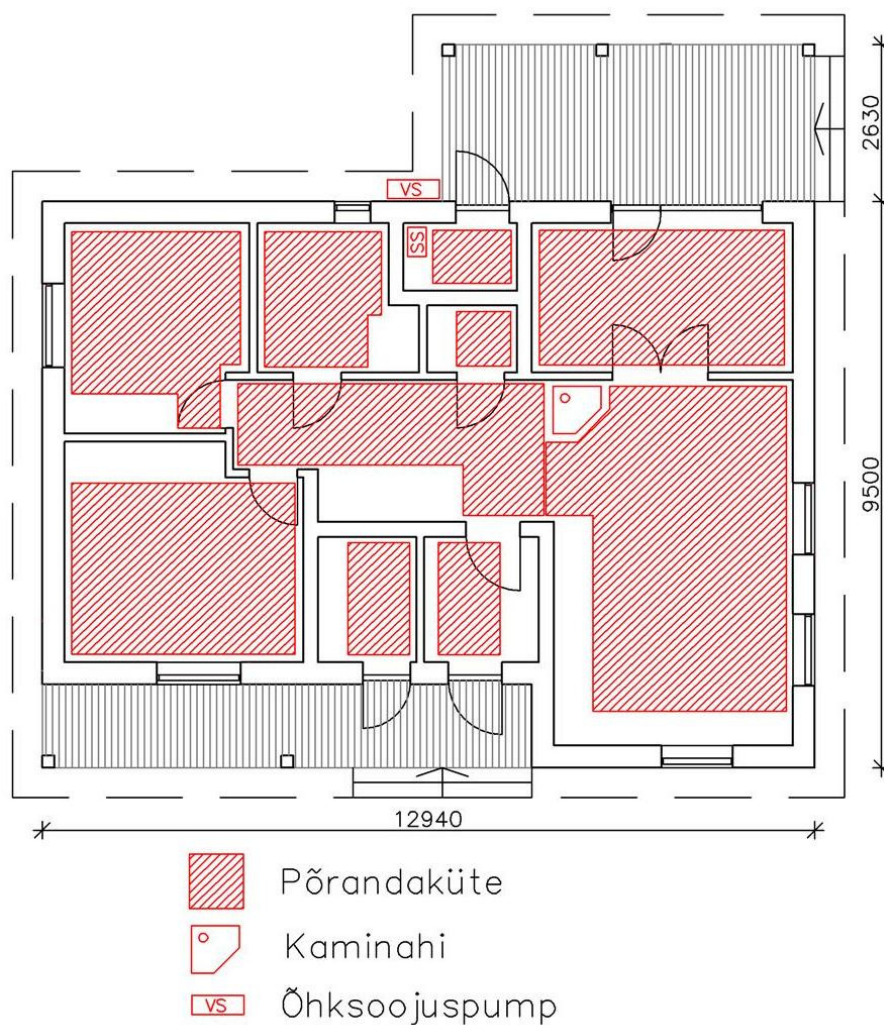
Nr	H_{ks} W/K	H_{vp} W/K	H_{inf} W/K	H_{vent} W/K	Ruumi temp °C	Välis temp °C	Δt	Soojushulk Φ W
1	0,46	4,03	0,83	3,02	19	-21	40	333,60
2	-	3,86	1,47	6,03	22	-21	43	488,48
3	3,18	15,35	4,40	6,03	22	-21	43	1245,28
4	1,62	11,62	2,36	6,03	22	-21	43	1170,22
5	1,97	9,88	2,83	6,03	22	-21	43	890,53
6	1,75	8,31	2,26	6,03	22	-21	43	789,05
7	0,54	3,64	1,13	-	22	-21	43	228,33
8	-	0,66	0,25	-	22	-21	43	39,13
9	0,42	3,55	0,64	3,02	19	-21	40	305,20
10	0,38	3,76	0,80	3,02	19	-21	40	318,40
								5808,22

Hoone küttevõimsus: $\Sigma\Phi = 5808,22 \text{ W} = 5,81 \text{ kW}$

3 KÜTTESÜSTEEM

3.1 Küttesüsteemi valik

Küttesüsteemi valikul on väikemajal valikuid palju. Esmalt peame suutma otsustada, millise kütteviisi kasuks oma valiku teeme. Uurimistöös on valik tehtud õhksoojuspumba kasuks ja lisakütteks on kaminahi. Põhjamaades on kliima kargem ja mõistlik on dubleerida küttesüsteemi.



Joonis 3. Küttesüsteem (autori joonis)

3.2 Õhk-vesi soojuspump

Õhksoojuspumba tööpõhimõte on soojusenergia kogumine välisõhust ja selle andmine siseõhku. Õhk-vesi soojuspump annab soojuse edasi majas ringlevale vesiküttesüsteemile. Küttetorustikuks on Uponori põrandaküttetoru. Õhk-vesi soojuspumpade valikul on vaja lähtuda hoone küttevõimsusest ja võrdluses on kaks soojuspumpa. Esimesele soojuspumbale tuleb juurde arvestada soojaveeboiler.

Esimene valik on õhk-vesi soojuspump LG Therma V H09SNE. [7]



Foto 1. LG Therma V H09SNE [7]

Tehnilised näitajad [7]:

Küttevõimsus: 9,0 kW

Köetav pind: kuni 130 m²

Siseosa mõõdud: 850*490*315 mm

Siseosa kaal: 52 kg (ilma veeta)

Välisosa mõõdud: 870*800*320 mm

Välisosa kaal: 56 kg

Toide: 230 V / 50 Hz

Hind: 3 790 € (ei sisalda paigaldust)

Teine valik on õhk-vesi soojuspump NIBE Split ACVM 270 / AMS 10. [8]



Foto 2. NIBE Split [8]

Tehnilised näitajad [8]:

Küttevõimsus: 9,0 kW

Isoleeritud katel sooja tarbevee spiraalsoojusvahetiga: 270 l

Köetav pind: kuni 150 m²

Siseosa mõõdud: 1850*600*660 mm

Siseosa kaal: 140 kg (ilma veeta)

Välisosa mõõdud: 595*780*340 mm

Välisosa kaal: 60 kg

Toide: 400 V / 50 Hz / 3 faasi

Hind: 5 919 € (ei sisalda paigaldust)

3.3 Ahiküte

Küttekehana ahju kasutamine on eelkõige oluline just töökindluse seisukohast. Erinevate seadmete töös võib esineda tõrkeid ja elektrikatkestused on ka meie elu igapäevane osa. Seega ei saa me kindlad olla, et külma ja halva ilmaga on kodusoojus tagatud. Selle tagamiseks on ahju ehitamine ülioluline.

Esimene valik on soojustsalvestav voolukivi kaminahi Tulikivi KOUTA/C. [9]



Foto 3. Tulikivi KOUTA/C [9]

Tehnilised näitajad [9]:

Kõetav pind: 60-80 m²

Laius: 1095 mm

Sügavus: 802 mm

Kõrgus: 1770 mm

Kaal: 1450 kg

Hind: 6 450 € (hind sisaldab paigaldust)

Teine valik võrdluses on kahhelahi Santeri 100. [10]



Foto 4. Kahhelahi Santeri 100 [10]

Tehnilised näitajad [10]:

Köetav pind: 70-100 m²

Laius: 1000 mm

Sügavus: 675 mm

Kõrgus: 2100 mm

Kaal: 1500 kg

Hind: 4 569 € (hind sisaldab paigaldust)

4 TARBEVESI

4.1 Tarbevee soojendamine

Esimeseks valikuks tarbevee soojendamisel on termodünaamiline boiler Atlantic EXPLORER 200. Soojusvahetiga tarbeveeboiler annab võimaluse soojust võtta nii ruumiõhust kui ka lisatorustiku kaudu välisõhust. Väljuv õhk juhitakse kas ruumi või lisatorustiku kaudu välja. [11]



Foto 5. Atlantic EXPLORER 200 [11]

Tehnilised näitajad [11]:

Maht: 200 l

Elektriküttekeha võimsus: 1800 W

Soojuspumba keskmine kulutatav võimsus: 525 W

Veesurve: 8 bar

Mõõdud: 1603*625*676 mm

Tühikaal: 85 kg

Toide: 230 V / 50 Hz

Hind: 1 870 € (ei sisalda paigaldust)

Teine valik tarbevee soojendamisel on elektriboiler Electrolux 200 l, 2,4 kW. [12]



Foto 6. Electrolux 200 l [12]

Tehnilised näitajad [12]:

Maht: 200 l

Elektriküttekeha võimsus: 2400 W

Veesurve: 5 bar

Mõõdud: 1520*489*516 mm

Tühikaal: 54 kg

Toide: 230 V / 50 Hz

Hind: 349 € (ei sisalda paigaldust)

5 VENTILATSIOON

5.1 Ventilatsiooniseadme valik

Sissepuhke õhk meie kliimas on enamuse aega oluliselt külmem kui hoone sisetemperatuur, seega selle soojendamiseks on mõistlik võtta kasutusse soojustagastusega ventilatsiooniseade.

Esimeseks ventilatsiooniseadme valikuks on plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniagregaat VALLOX 95. [13]

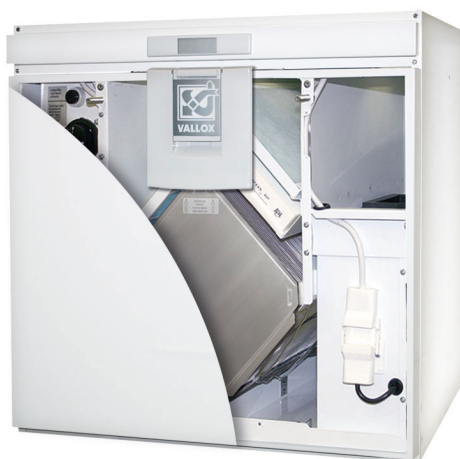


Foto 7. VALLOX 95 [13]

Tehnilised näitajad [13]:

Ventilaatorite elektrivõimsus: 2 x 180 W

Mõõdud: 530*564*403 mm

Kaal: 52 kg

Toide: 230 V / 50 Hz

Hind: 1 075 € (ei sisalda paigaldust)

Teiseks ventilatsiooniseadme valikuks on plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniagregaat RECU 400VE, komplekteeritud C4 Plus juhtpuldiga. [14]



Foto 8. RECU 400VE C4 Plus [14]

Tehnilised näitajad [14]:

Ventilaatorite elektrivõimsus: 2 x 105 W

Mõõdud: 660*598*600 mm

Kaal: 55 kg

Toide: 230 V / 50 Hz

Hind: 1 675 € (ei sisalda paigaldust)

6 HOONE VASTUPIDAVUS AJAS JA HOOLDUS

6.1 Hoone konstruktsiooni vastupidavus 50 aasta jooksul

6.1.1 Vundament

Hoone toetub raudbetoonist postidele või vaivundamendile, mille rajamissügavus sõltub pinnaseomadustest. Vundamendi vastupidavusega ei teki probleeme, kui vundament on rajatud õigele sügavusele ja arvestatud pinnase omadustega.

6.1.2 Põrandad

Põrandate kandekonstruktsioon on puittalad 50*200 mm. Puittalade vahe on soojustatud 200 mm kivivillaga. Põrand on alt tuulutatav ja kandekonstruktsiooni alumiseks kihiks on OSB plaat. Puittaladel on põrandalaagid 50*100 mm. Laagide vahe on soojustatud 100 mm kivivillaga, mis on kaetud aurutõkke ja OSB plaadiga.

Põrandade konstruktsiooni nõrgad kohad on kinnitusdetailid ja puidu kvaliteet. Oluline on kasutada kvaliteetseid kinnitusvahendeid ja kvaliteetset puitu. Põrandade konstruktsioonis on soovituslik kasutada immutatud saematerjali. Puitmaterjalide eluiga pikeneb tänu immutamisele ja see annab meile kindluse konstruktsiooni vastupidavuses.

6.1.3 Seinad

Hoone välisseinad on kavandatud puitkarkassil 50*200 mm konstruktsioonina. Soojustatud mineraalvillaga 200 mm. Väljast on sõrestik kaetud OSB plaadi ja viimistlusmaterjaliga. Seest on puitkarkassil 50*50 mm roovitus soojustatud 50 mm kivivillaga, aurutõke ja viimistlusmaterjal.

Vaheseinad on puitkarkassil 50*100 mm, soojustatud kivivillaga ja kaetud viimistlusmaterjaliga.

Märgade ruumide vahe ja välisseinad on kaetud kahekordse kipsplaadiga.

Seina konstruktsioonimaterjali immutamine ei ole vajalik. Konstruktsioon peab olema ehitatud kvaliteetsest puidust ja sõlmed lahendatud selliselt, et ei tekiks deformatsioone. Õige ehitaja poolt tehtud konstruktsioon peab hoone eluea vastu ilma tõrgeteta.

6.1.4 Laed

Hoones on puittaladel laed. Talad 50*200 mm soojustatud mineraalvillaga 200 mm. Talade peal roovitus 50*100 mm soojustatud mineraalvillaga 100 mm. Pealt on roovitus kaetud OSB plaadiga. Hoone seestpoolt on taladel aurutõke ja viimistlusmaterjal.

Lae konstruktsioonimaterjali immutamine pole sarnaselt sein konstruktsioonimaterjaliga vajalik. Oluline on puidu kvaliteet ja sõlmede õiged lahendused. 50 aasta jooksul ei teki konstruktsiooni puhul probleeme, kui on ehitatud reeglite kohaselt.

6.1.5 Katus

Katus on 50*150 mm puitfermidel kelpkatus. Fermidel on aluskate, distantssliist ja roovitus. Terrassi katus on 50*150 sarikatel, mille üks ots on kinnitatud seinale ja teine ots toetub postidel olevale talale. Fermi materjali immutus ei ole vajalik. Fermi materjali eluea tagab korralik katusekate.

Hoone konstruktsiooni eluiga õige materjali kasutuse korral ületab kindlasti hoone vaadeldavat eluiga 50 aastat.

6.2 Viimistlusmaterjalide vastupidavus 50 aasta jooksul

6.2.1 Põrandad

Viimistlusmaterjalide valikus on eluruumides põrandalaud või naturaalkparkett. Märkades ruumides ja abiruumides põrandaplaat.

Põrandalaudadest enamlevinud on kuuse- ja männipuidust põrandalaud. Kuuse- ja männipuidust põrandalauda saab vajadusel lihvida ja uuesti õlitada või lakkida. See annab kindluse, et ei pea hakkama vahetama põranda kattematerjali aastate pärast.

Sarnaselt põrandalauaga on naturaalkparketti võimalik vajadusel lihvida ja uuesti õlitada või lakkida. Uue ilme saamiseks on võimalik aastate pärast ka vahetada värvitooni.

Põrandalaua ja naturaalkparketi hooldus ja lihvimisvajadus sõltuvad kasutuskooormusest. Käidavamates kohtades on kulumine ja määrdumine suurem.

Põranda kaitseks on valikus põrandalakk Celco Terra.

Celco Terra on hea kulumiskindlusega lakk puit- ja betoonpõrandatele. Lakk tasandub hästi ning moodustab kriimustustele ning vee ja kodukemikaalide toimele vastupidava lakipinna. Lakitud pinda on lihtne hooldada. Lakk on saadaval kolmes läikes. Toode on mõeldud puit- ja parkettpõrandate lakkimiseks eluruumides, esikus, koridoris, kontoris ning ühiskondlikes ruumides.[15]

Põrandate lakkimistihedust on raske määrata, mõistlik sanitaarremondi intervall võiks olla 10 aastat. Plaaditud põrandad vajavad hooldust tihedamalt. Tähtis on regulaarne puhastamine ja vajadusel vuukide uuendamine. Põrandaplaadi hooldusintervalliks on 5 aastat.

6.2.2 Seinad

Hoone välisseinad on väljast kaetud voodrilauaga. Voodrilaud tuleb katta puidukaitsevahendiga. Välistingimustes on oluline UV kaitse. Välispindade värv saab suurema koormuse päikesepoolses küljes. Heledamad toonid on vähem kaitstud UV kiirte eest. Välisvoodrilaua eluiga ületab hoone vaadeldava eluea - 50 aastat, kui välisvoodrilaud on korrektselt ja regulaarselt kaitstud puidukaitsevahendiga.

Puidukaitsevahendi valikus välitingimustes on puitfassaadi värv Domus Aqua.

Domus Aqua kasutuskohaks on uued ning varem värvitud puitpinnad välistööl, nt puitfassaadid, -piirded, -aiad, -liistud, lipumastid. Ei ole mõeldud aknaraamide värvimiseks. Värv on esmajoones

mõeldud saetud või hõõveldatud puitpinna värvimiseks, sobib aga ka krunditud (ka galvaniseeritud) metallpinna, samuti betooni ning tsementkiudplaadi katmiseks. Toode ei sobi nakatunud või kahjuritest asustatud puidu värvimiseks. [15]

Välisvoodri puidukaitse uuendustihedus sõltub hoone asukohast, kuid mõistlik intervall võiks olla sarnaselt põranda lakkimisele 10 aastat.

Siseseinte viimistlusmaterjalide valikus on värvitud kipsplaat või laudvooder. Kipsplaadi ja laudvoodri eluiga ületab hoone vaadeldava eluea - 50 aastat, uuendamist vajab vaid viimistlus.

Kipsplaat vajab tasanduseks pahteldamist. Pahteldatud seina värviks on matt seinavärv Bindo 7.

Bindo 7 on kergesti pinnale kantav ning hästi kattev sisetöödevärv. Värv ei tilgu ning kuivab kiiresti, värvitud pind on hästi pestav (klass 2 märghõõrdekindlus). Toode ei sisalda orgaanilisi lahusteid ning on praktiliselt lõhnatu. Toonitav laias värvigammas. Värv täidab Euroopa Liidu ökomärgise nõudeid ning on tunnustatud Eesti Allergialiidu poolt. Toode on mõeldud seinte ning lagede värvimiseks elu- ja magamistoas, kontorites ning ühiskondlikes ruumides. Bindo 7 sobib uue ja varem värvitud krohv-, betoon-, kergbetoon- ja tellispinna, kipsplaadi, puitkiud- ja puitlaastplaadi ning klaaskiudtapeedi värvimiseks. [15]

Kipsseinte värvi uuendamise tihedus sõltub eelkõige välimusest, kuid sanitaarremondi intervalliks on mõistlik võtta 10 aastat. Kipsseinte värvi uuendamine vajab ka aluspinna defektide pahteldust.

Sisevoodrilaua puidukaitsevahendi valikus on toonitav seinalakk Celco Aqua.

Celco Aqua on mõeldud puidust lagede, seinte, karniiside, uste, liistude jms. pindade lakkimiseks sisetööl. Celco Aqua sobib uute ja eelnevalt lakitud puitpindade lakkimiseks sisetööl kuivades ruumides. [15]

Sisepindadel vajab puidukaitse uuendamist rohkem kohtades, kus me puutume seinaga kokku. Nendeks on koridorid ja uste ümbrused. Sisepinna puidukaitse uuendamise intervalliks on samuti 10 aastat.

Märgade ruumide vahe ja välisseinad on kaetud kahekordse kipsplaadiga, mis on viimistletud keraamilise plaadiga. Keraamiline plaadi nõrgaks kohaks on sarnaselt põrandaplaadiga plaadivuuk. Seinaplaadi hooldusintervalliks on 5 aastat.

6.2.3 Laed

Hoone lagede viimistlusmaterjalide valikus on värvitud kipsplaat või laudvooder.

Kipslaed vajavad tasanduseks pahteldamist. Pahteldatud lae värvivalikus on täismatt lae- ja seinavärv Bindo 3.

Bindo 3 on kergesti pinnale kantav ning hästi kattev sisetöödevärv. Värv ei tilgu ning kuivab kiiresti, värvitud pind on pestav (klass 2 märghõõrdekindlus). Toode ei sisalda orgaanilisi lahusteid ning on praktiliselt lõhnatu. Toonitav pastelses värvigammas. Värv täidab Euroopa Liidu ökomärgise nõudeid ning on tunnustatud Eesti Allergialiidu poolt. Toode on mõeldud elu-, kontori- ja ühiskondlike ruumide lagede värvimiseks, samuti väiksemat pesukindlust nõudvate ruumide (nt magamistoa) seinte viimistlemiseks. Bindo 3 sobib uue ja varem värvitud krohv-, betoon-, kergbetoon- ja tellispinna, kipsplaadi, puitkiud- ja puitlaastplaadi ning klaaskiudtapeedi värvimiseks. [15]

Kipslagede värvi uuendamise tihedus sõltub sarnaselt seintele välimusest ja sanitaarremondi intervalliks on 10 aastat. Kipslagede värvi uuendamine vajab ka aluspinna defektide pahteldust.

Voodrilauaga kaetud lagede puidukaitsevahendiks on valikus toonitav seinalakk Celco Aqua.

Lagede pudukaitsevahend vajab sarnaselt seintega 10 aasta järel uuendamist.

6.2.4 Katus

Katusekatteks on peitkinnitusega profiilplekk Klassik. Pinnakatteks on Pural.

Nähtavaid muudatusi terastoodete pinnakattes põhjustab peamiselt UV-kiirgus. Erinevused tulenevad ka pinnakatetest. Võimalikud nähtavad muutused ja soovitatav aeg ülevärvimiseks on:

- Polüester ja mattpolüester 15-20 a. peale paigaldust
- PUR 15-25 a.
- PVDF 20-30 a.
- PVC 15-20 a.

Pleekimine on paljude tegurite koosmõjus väga erinev. Sõltub katuse päiksele avatusest, katuse toonist (tumedad toonid pleegivad kiiremini kui heledad). Katuse värvimisel saavutatakse tänapäevasele teraskatusele sõltumata pinnakattest eluiga 50 ja enam aastat. Originaalse kattega terastooted kestavad sõltuvalt pinnakattest ja keskkonnatingimustest 25-50 aastat.[17]

Katuse värvivalikus on vesialuseline plekk-katuse akrülaatvärv Panssari Akva.

Panssari Akva sobib otse varem alküüd- või akrülaatvärvidega värvitud pindadele ja tööstuslikult värvitud terasplaatidele. Värvimata tsingitud teraskatted ning alumiinium- ja teraspinnad tuleb eelnevalt kruntida Korrostop Plus (Vivacolor) või Rostex Super kruntvärviga. Alumiiniumpinnad tuleb enne kruntimist karestada. Kasutusobjektideks on plekk-katused ja -seinad, teraskonstruksioonid nagu veerennid, vihmaveetorud ja kaitseplekid. [18]

6.2.5 Terrass

Terrassi laudis on termotöödeldud terrassilauast.

„Termopuidu võtmeomadusteks on selle vastupidavus, mõõtmete stabiilsus, keskkonnasõbralikkus ning kvaliteet. Termiline käsitus lisab puidule vastupidavust ning muudab selle väliskeskkonna mõjude suhtes immuunseks. Näiteks termo-kuusk ja -mänd on vastupidavuselt samaväärsed tammega, saar aga troopilise puiduga. Termopuit ei hallita ega mädane. Mõõtmete stabiilsuse tagab puidu vähene niiskussisaldus. Kui naturaalne puit hakkab välistingimustes niiskuse tõttu kaarduma, siis termopuidu kasutamisel seda ohtu ei ole. Ka puidulõhed on oma mõõtmelt oluliselt väiksemad ja vähem silma torkavad. Termopuidu vastupidavus on saavutatud kemikaale kasutamata ning see on ökoloogiliselt puhas alternatiiv immutatud puidule” [19].

Katusealuse terrassilaua eluiga võib parimal juhul küündida ka hoone elueani ja seetõttu ei käsitle uurimistöö terrassilaua vahetust .

„Termopuidust terrassilauad on ilmastikumõjudele vastupidavad, ei hallita ega mädane ning neid on lihtne hooldada. Piisab kui katta lauad paigaldamise eel ning selle järel naturaalse UV-kaitset sisaldava puiduõliga. Õlitamist tuleb korrata paari-kolme aasta möödudes. Mustuse ja prahi saab terrassilaudadelt maha harjates või pestes (nt. survepesuriga)” [19].

Terrassilaua õli valik on vee baasiline naturaalne puiduõli Coloria.

Puiduõli Coloria sobib kõikidele puiduliikidele, süvaimmutatud ja termotöödeldud- nt terrassid, paadisillad, aiamööbel, ukсед, trepid, käsipuud. Õlitatav pind peab olema puhas ja kuiv. [19]

6.3 Viimistlusmaterjalide hooldus 50 aasta jooksul

6.3.1 Puitpõranda lakkimine

Puitpõranda pind: 71,4 m²

Põrandalakk Celco Terra keskmine katvus: 11,5 m²/l [15]

Põrandalakk Celco Terra keskmine hind: 7 €/l [16]

Materjali kulu põranda lakkimisel: $71,4 / 11,5 = 6,2$ l

Materjali hind põranda lakkimisel: $6,2 * 7 = 43,4$ €

Põranda lakkimise hind: 1,4 €/m², millele lisandub väljasõidutasu 40 € ja käibemaks 20 % [20]

Kulu põranda lakkimisel kokku: $(71,4 * 1,4 + 40) * 1,2 + 43,4 = 211$ €

Põrand vajab enne lakkimist tavaliselt lihvimist, kuid uurimistöös arvestan ainult lakkimise hinnaga. Ehitushinnad kõiguvad palju ja sellise suurusjärgu hind on pigem minimaalne.

Põranda lakkimise intervalliks olen võtnud 10 aastat.

6.3.2 Põrandaplaadi hooldus

Plaaditud põranda pind: 17,4 m²

Plaatide puhastamine kuulub tavakoristuse juurde. Plaadivuugid vajavad teatud aja möödudes uuendamist. Plaadivuugi uuendamise hinnaks saan pakkuda ainult suurusjärgu, sest plaaditüüp ja ruumi kasutusotstarve väga erinevad.

Põrandaplaadi hooldus: 5 €/m²

Kulu põrandaplaadi hooldamisel kokku: $17,4 * 5 = 87$ €

Põrandaplaadi hoolduse intervalliks olen võtnud 10 aastat.

6.3.3 Puitfassaadi värvimine

Puitfassaadi pind: 115 m²

Veepõhine puiduvärv Domus Aqua keskmine katvus: 6,5 m²/l [15]

Veepõhine puiduvärv Domus Aqua keskmine hind: 7,8 €/l [16]

Materjali kulu fassaadi värvimisel: $115 / 6,5 = 17,7$ l

Materjali hind fassaadi värvimisel: $17,7 * 7,8 = 138$ €

Seinte värvimise hind: 3 €/m², millele lisandub käibemaks 20 % [21]

Kulu puitfassaadi värvimisel kokku: $3 \cdot 115 \cdot 1,2 + 138,1 = 552$ €

Puitfassaadi värvimise intervalliks olen võtnud 10 aastat.

6.3.4 Siseseinte värvimine või lakkimine

Värvitud või lakitud siseseinte pind: 145 m²

Kipsplaadiga kaetud siseseinad

Matt seinavärv Bindo 7 keskmine katvus: 9 m²/l [15]

Matt seinavärv Bindo 7 keskmine hind: 5,46 €/l [16]

Materjali kulu seinte värvimisel: $145/9 = 16,1$ l

Materjali hind seinte värvimisel: $16,1 \cdot 5,46 = 88$ €

Seinte värvimine koos pahtliparandustega hind: 4 €/m², millele lisandub käibemaks 20 % [21]

Kulu seinte värvimisel kokku: $4 \cdot 145 \cdot 1,2 + 88 = 784$ €

Laudvoodriga kaetud siseseinad

Toonitav seinalakk Celco Aqua keskmine katvus: 9 m²/l [15]

Toonitav seinalakk Celco Aqua keskmine hind: 7,92 €/l [16]

Materjali kulu seinte lakkimisel: $145/9 = 16,1$ l

Materjali hind seinte lakkimisel: $16,1 \cdot 7,92 = 128$ €

Seinte lakkimise hind: 3 €/m², millele lisandub käibemaks 20 % [21]

Kulu seinte lakkimisel kokku: $3 \cdot 145 \cdot 1,2 + 128 = 650$ €

Seinte värvimise või lakkimise intervalliks olen võtnud 10 aastat.

6.3.5 Seinaplaadi hooldus

Plaaditud seinte pind: 35 m²

Plaatide puhastamine kuulub sarnaselt põrandaplaadiga tavakoristuse juurde. Plaadivuugid vajavad teatud aja möödudes uuendamist. Plaadivuugi uuendamise hinnaks saan pakkuda ainult suurusjärgu.

Seinaplaadi hooldus: 5 €/m²

Kulu seinaplaadi hooldamisel kokku: $35 \cdot 5 = 175$ €

Põrandaplaadi hoolduse intervalliks olen võtnud 10 aastat.

6.3.6 Lagede värvimine või lakkimine

Värvitud või lakitud lagede pind: 117 m²

Kipsplaadiga kaetud laed

Täismatt lae- ja seinavärv Bindo 3 keskmine katvus: 9 m²/l [15]

Täismatt lae- ja seinavärv Bindo 3 keskmine hind: 4,72 €/l [16]

Materjali kulu lagede värvimisel: $117/9 = 13$ l

Materjali hind lagede värvimisel: $13 \cdot 4,72 = 62$ €

Lagede värvimine koos pahtliparandustega hind: 4,5 €/m², millele lisandub käibemaks 20 % [21]

Kulu lagede värvimisel kokku: $4,5 \cdot 117 \cdot 1,2 + 62 = 694$ €

Laudvoodriga kaetud laed

Toonitav seinalakk Celco Aqua keskmine katvus: 9 m²/l [15]

Toonitav seinalakk Celco Aqua keskmine hind: 7,92 €/l [16]

Materjali kulu lagede lakkimisel: $117/9 = 13$ l

Materjali hind lagede lakkimisel: $13 \cdot 7,92 = 103$ €

Lagede lakkimise hind: 3,1 €/m², millele lisandub käibemaks 20 % [21]

Kulu lagede lakkimisel kokku: $3,1 \cdot 117 \cdot 1,2 + 103 = 539$ €

Lagede värvimise või lakkimise intervalliks olen võtnud 10 aastat.

6.3.7 Katuse värvimine

Katuse pind: 175 m²

Akrülaatvärv Panssari Akva keskmine katvus: 10 m²/l [18]

Akrülaatvärv Panssari Akva keskmine hind: 8,78 €/l [18]

Materjali kulu katuse värvimisel: $175/10 = 17,5$ l

Materjali hind katuse värvimisel: $17,5 \cdot 8,78 = 154$ €

Katuse värvimise hind on sarnane seina värvimise hinnaga: 3 €/m², millele lisandub käibemaks 20%

Kulu katuse värvimisel kokku: $3 \cdot 175 \cdot 1,2 + 154 = 784$ €

Katuse värvimise intervalliks olen võtnud 20 aastat.

6.3.8 Terrassi õlitamine

Katusealuse terrassi pind: 28 m²

Naturaalne puiduõli Coloria keskmine katvus: 6 m²/l [19]

Naturaalne puiduõli Coloria keskmine hind: 8,8 €/l [19]

Materjali kulu terrassi õlitamisel: $28/6 = 4,7$ l

Materjali hind terrassi õlitamisel: $4,7 \cdot 8,8 = 42$ €

Terrassi õlitamise hind: 1,4 €/m², millele lisandub väljasõidutasu 40 € ja käibemaks 20 % [20]

Kulu terrassi õlitamisel kokku: $(28 \cdot 1,4 + 40) \cdot 1,2 + 42 = 137$ €

Terrassi õlitamise intervalliks olen võtnud 2,5 aastat.

6.3.9 Viimistlusmaterjalide hoolduskulu kokku

Üksikelamu viimistlusmaterjalide hoolduskulu korrad 50 aasta jooksul on toodud tabelis 7.

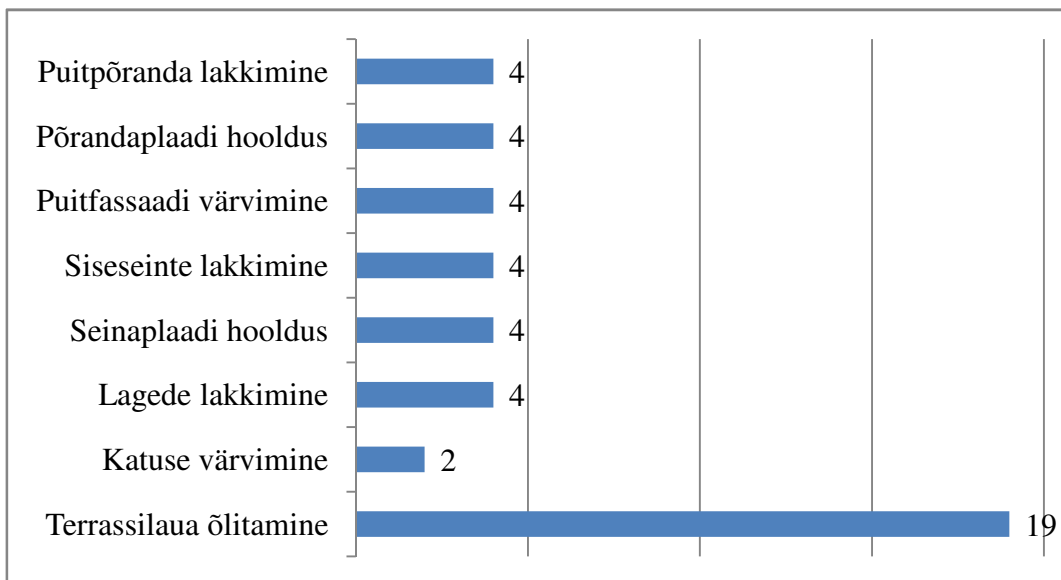
Hoolduskorrad on toodud selliselt, et hoone ei ole 50 aasta järel kasutuskõlbulik.

Tabel 7

Viimistlusmaterjalide hooldus 50 aasta jooksul

Töö nimetus	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Puitpõranda lakkimine	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-
Põrandaplaadi hooldus	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-
Puitfassaadi värvimine	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-
Siseseinte lakkimine	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-
Seinaplaadi hooldus	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-
Lagede lakkimine	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-
Katuse värvimine	-	-	-	x	-	-	-	x	-	-
Terrassilaua õlitamine	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	2x	x

50 aastase eluea jooksul peame tegema viimistlusmaterjalide hooldustöid joonisel 4 toodud kordi. Joonisel 4 toodud hooldustööde korrad on arvestusega, et hoone ei ole 50 aasta järel kasutuskõlbulik.



Joonis 4. Viimistlusmaterjalide hooldus kordades 50 aasta jooksul (autori koostatud)

Olen võtnud viimistlusmaterjalide kulu kokku iga 5 aasta järel ja saadud tulemus on joonisel 5. Saadud tulemus ei arvesta inflatsiooni ega ehitushindade muutumist. Oluline on majaomanikul aru saada millise suurusjärgu kulutus teda ees ootab. Kuluarvutused ei tugine standarditel EVS 807:2010 ja EVS 885:2005, vaid on autori poolt lihtsustatud. Arvutustes kasutasin siseseinte ja lagede puhul lakkimise hinda, mis on natuke odavam. Viimane kulutus on 47. aastal terrassi õlitamine ja hoone ei ole 50 aasta järel kasutuskõlbulik.

5. aasta

Terrassi õlitamine 2-3 aasta möödudes [19]:

Kokku: $2 \cdot 137 = 274 \text{ €}$

10. aasta

Puitpõranda lakkimine: 211 €

Põrandaplaadi hooldus: 87 €

Puitfassaadi värvimine: 552 €

Siseseinte lakkimine: 650 €

Seinaplaadi hooldus: 175 €

Lagede lakkimine: 539 €

Terrassi õlitamine: 274 €

Kokku: 2 488 €

15. aasta

Terrassi õlitamine: 274 €

20. aasta

Puitpõranda lakkimine: 211 €

Põrandaplaadi hooldus: 87 €

Puitfassaadi värvimine: 552 €

Siseseinte lakkimine: 650 €

Seinaplaadi hooldus: 175 €

Lagede lakkimine: 539 €

Katuse värvimine: 784 €

Terrassi õlitamine: 274 €

Kokku: 3 272 €

25. aasta

Terrassi õlitamine: 274 €

30. aasta

Puitpõranda lakkimine: 211 €

Põrandaplaadi hooldus: 87 €

Puitfassaadi värvimine: 552 €

Siseseinte lakkimine: 650 €

Seinaplaadi hooldus: 175 €

Lagede lakkimine: 539 €

Terrassi õlitamine: 274 €

Kokku: 2 488 €

35. aasta

Terrassi õlitamine: 274 €

40. aasta

Puitpõranda lakkimine: 211 €

Põrandaplaadi hooldus: 87 €

Puitfassaadi värvimine: 552 €

Siseseinte lakkimine: 650 €

Seinaplaadi hooldus: 175 €

Lagede lakkimine: 539 €

Katuse värvimine: 784 €

Terrassi õlitamine: 274 €

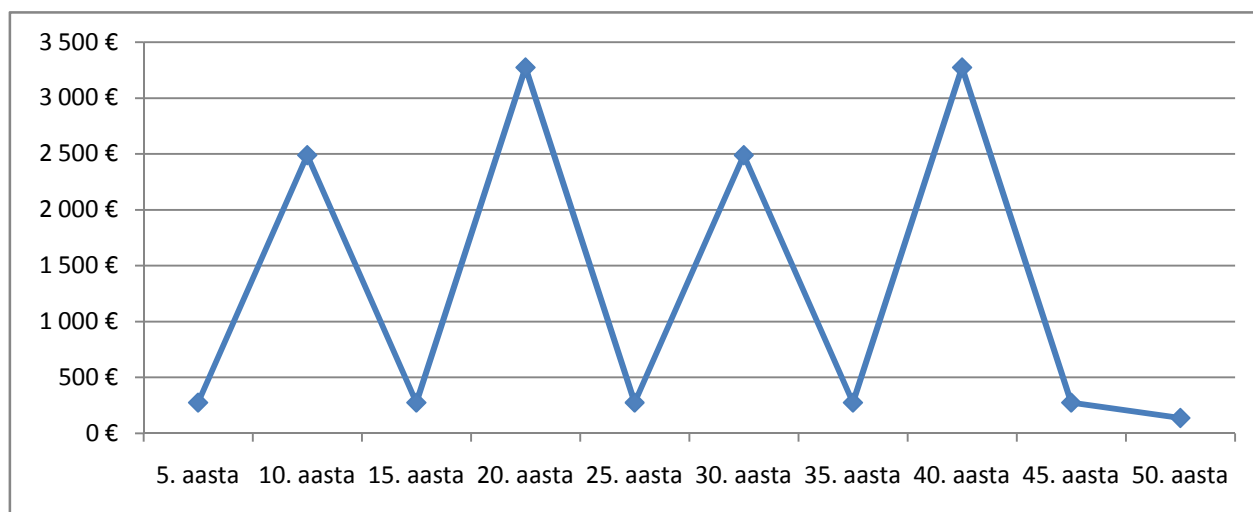
Kokku: 3 272 €

45. aasta

Terrassi õlitamine: 274 €

50. aasta

Terrassi õlitamine: 137 €



Joonis 5. Viimistlusmaterjalide hoolduskulu 5 aastase perioodi kaupa (autori koostatud)

6.4 Tehnosüsteemide vastupidavus 50 aasta jooksul

6.4.1 Küttesüsteem

Küttetorustikuna on projekti ette nähtud Uponori põrandaküttetoru. Torustike eluiga kvaliteetse materjali korral ületab vaadeldavat hoone eluiga - 50 aastat. Torustike hooldust ja vahetuse vajadust uurimistöö ei käsitle.

Soojuspumba valikutes on õhk-vesi soojuspump LG Therma V H09SNE [7] ja õhk-vesi soojuspump NIBE Split ACVM 270 / AMS 10 [8].

Soojuspumpade eluiga jääb 10 - 15 aasta vahele. Soojuspumbad vajavad regulaarset hooldust iga aasta. Hooldus on enamikele majaomanikele jõukohane, kuid ilma erialaste teadmisteta ei pruugi majaomanik suuta ennetada tekkida võivaid probleeme. Seetõttu olen võtnud arvutustesse sisse Kodukliima Grupp OÜ poolse aastase hooldushinna 50 eurot.

Ahikütte valikutes on soojustsalvestav voolukivi kaminahi Tulikivi KOUTA/C [9] ja kahhelahi Santeri 100 [10].

Ahju 50+ elueas kahelda ei tasu, ahi vajab vaid teatud aja tagant spetsialisti poolset ülevaatamist. Kütmistihedusest sõltub ka korstna puhastamine.

6.4.2 Tarbevesi

Tarbevee soojendamise valikus on termodünaamilise boileri Atlantic EXPLORER 200 [11] ja elektriboiler Electrolux 200 l, 2,4 kW [12].

Soojaveeboilerite eluiga on sarnane soojuspumpade elueaga 10 - 15 aastat ja kvaliteetse soojaveeboilerite hooldus ei vaja spetsialisti.

Tarbevee torustikuna kasutan Uponori Quick & Easy süsteemi. Torustike eluiga kvaliteetse materjali korral ületab vaadeldavat hoone eluiga - 50 aastat. Sarnaselt küttetorustikuga uurimistöös ma veetorustiku hooldust ja vahetust ei käsitle.

6.4.3 Ventilatsioon

Ventilatsiooniseadme valikus on plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniagregaat VALLOX 95 [13] ja plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniagregaat RECU 400VE, komplekteeritud C4 Plus juhtpuldiga [14].

Ventilatsiooniagregaatide eluiga jääb 15 - 20 eluaasta vahele.

Ventilatsiooni õhukanalid ja komponendid on valmistatud polüpropeenist Uponori poolt. Õhukanalite eluiga kvaliteetse materjali korral ületab vaadeldavat hoone eluiga – 50 aastat.

Ventilatsioonisüsteemile on mõistlik teha hooldus iga aasta ja arvutustes võtan hoolduse hinnaks 100 eurot.

6.5 Tehnoseadmete hooldus ja vahetamise vajadus 50 aasta jooksul

6.5.1 Õhk-vesi soojuspump

Õhk-vesi soojuspump LG Therma V H09SNE [7]

Hind: 3 790 € (ei sisalda paigaldust)

Soojuspumba paigaldus: 200 €

Aastane hoolduskulu: 50 €

Õhk-vesi soojuspump NIBE Split ACVM 270 / AMS 10 [8]

Hind: 5 919 € (ei sisalda paigaldust)

Soojuspumba paigaldus: 200 €

Aastane hoolduskulu: 50 €

Soojuspumba eluiga 10-15 aastat. Vahetuse intervalliks valin 15 aastat.

6.5.2 Ahiküte

Ahikütte puhul ei ole vaja ahju hoone eluea jooksul vahetada.

Aastane hoolduskulu: 50 € (sisaldab korstna pühkimist)

6.5.3 Soojaveeboiler

Termodünaamilise boileri Atlantic EXPLORER 200 [11]

Hind: 1 870 € (ei sisalda paigaldust)

Soojaveeboileri paigaldus: 100 €

Elektriboiler Electrolux 200 l, 2,4 kW [12]

Hind: 349 € (ei sisalda paigaldust)

Soojaveeboileri paigaldus: 100 €

Soojaveeboileri eluiga 10-15 aastat. Vahetuse intervalliks valin 15 aastat.

6.5.4 Ventilatsiooniagregaat

Plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniagregaat VALLOX 95 [13]

Hind: 1 075 € (ei sisalda paigaldust)

Ventilatsiooniagregaadi paigaldus: 200 €

Plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniagregaat RECU 400VE, komplekteeritud C4 Plus juhtpuldiga [14]

Hind: 1 675 € (ei sisalda paigaldust)

Ventilatsiooniagregaadi paigaldus: 200 €

Ventilatsiooniagregaadi eluiga 15-20 aastat. Vahetuse intervalliks valin 15 aastat.

Aastane ventilatsioonisüsteemi hoolduskulu: 100 €

6.5.5 Tehnoseadmete hooldus- ja vahetuskulu kokku

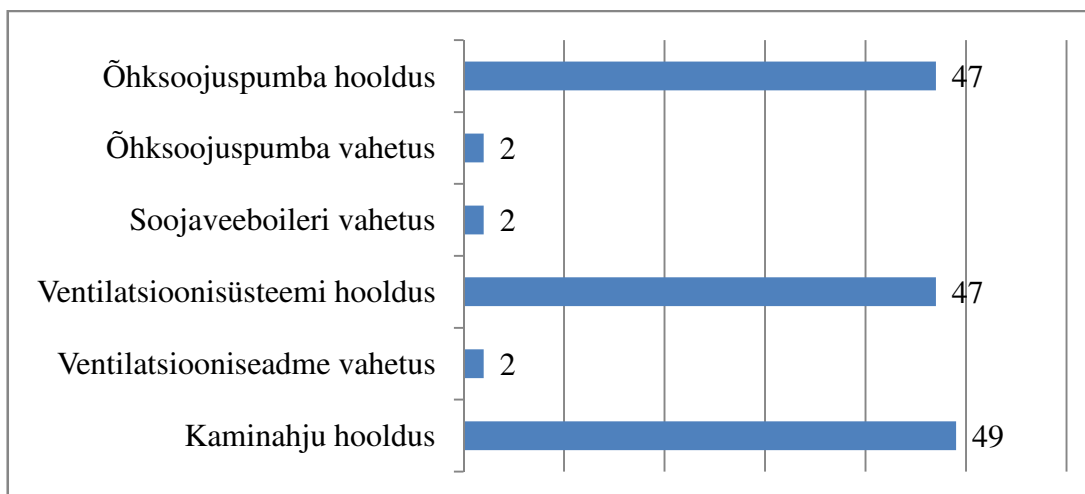
Üksikelamu tehnoseadmete hoolduse ja vahetamise vajaduse korrad 50 aasta jooksul on toodud tabelis 8. Hoolduse ja vahetuse korrad on toodud selliselt, et hoone ei ole 50 aasta järel kasutuskõlbulik. Loodetavasti on 30 aasta pärast võimalik leida seadmeid, mille tööiga on vähemalt 20 aastat, muidu peab 45 aasta pärast tehnoseadmeid veelkord vahetama.

Tabel 8

Tehnoseadmete hoolduse ja vahetamise vajadus 50 aasta jooksul

Töö nimetus	5 a	10 a	15 a	20 a	25 a	30 a	35 a	40 a	45 a	50 a
Õhksoojuspumba hooldus	5x	5x	4x	5x	5x	4x	5x	5x	5x	4x
Õhksoojuspumba vahetus	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
Soojaveeboileri vahetus	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
Ventilatsioonisüsteemi hooldus	5x	5x	4x	5x	5x	4x	5x	5x	5x	4x
Ventilatsiooniseadme vahetus	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-
Kaminahju hooldus	5x	5x	5x	5x	5x	5x	5x	5x	5x	4x

50 aastase eluea jooksul peame tehnoseadmeid hooldama ja vahetama joonisel 6 toodud kordi. Joonisel 6 toodud hooldustööde ja vahetuse korrad on arvestusega, et hoone ei ole 50 aasta järel kasutuskõlbulik.



Joonis 6. Tehnoseadmete hooldus ja vahetamise vajadus kordades (autori koostatud)

Olen võtnud tehnoseadmete hooldus- ja vahetuskulu kokku iga 5 aasta järel ja saadud tulemus on joonisel 7. Saadud tulemus ei arvesta inflatsiooni ega seadmete hindade muutumist. Oluline on majaomanikul aru saada millise suurusjärgu kulutus teda ees ootab. Kuluarvutused ei tugine standarditel EVS 807:2010 ja EVS 885:2005, vaid on autori poolt lihtsustatud.

Arvutustes kasutasin õhk-vesi soojuspumpa LG Therma V H09SNE [7], termodünaamilist boilerit Atlantic EXPLORER 200 [11] ja plaatsoojusvahetiga ventilatsiooniagregaat RECU 400VE, komplekteeritud C4 Plus juhtpuldiga [14].

Viimased kulutused on 49. aastal õhksoojuspumba hooldus, ventilatsioonisüsteemi hooldus ja kaminahju hooldus. Hoone ei ole 50 aasta järel kasutuskõlbulik.

5. aasta

Öhksoojuspumba hooldus: $5 \cdot 50 = 250 \text{ €}$

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $5 \cdot 100 = 500 \text{ €}$

Kaminahju hooldus: $5 \cdot 50 = 250 \text{ €}$

Kokku: 1 000 €

10. aasta

Öhksoojuspumba hooldus: $5 \cdot 50 = 250 \text{ €}$

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $5 \cdot 100 = 500 \text{ €}$

Kaminahju hooldus: $5 \cdot 50 = 250 \text{ €}$

Kokku: 1 000 €

15. aasta

Õhksoojuspumba hooldus: $4 \cdot 50 = 200$ €

Õhksoojuspumba vahetus: 3 990 €

Soojaveeboileri vahetus: 1 970 €

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $4 \cdot 100 = 400$ €

Ventilatsiooniseadme vahetus: 1 875 €

Kaminahju hooldus: $5 \cdot 50 = 250$ €

Kokku: 8 685 €

20. aasta

Õhksoojuspumba hooldus: $5 \cdot 50 = 250$ €

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $5 \cdot 100 = 500$ €

Kaminahju hooldus: $5 \cdot 50 = 250$ €

Kokku: 1 000 €

25. aasta

Õhksoojuspumba hooldus: $5 \cdot 50 = 250$ €

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $5 \cdot 100 = 500$ €

Kaminahju hooldus: $5 \cdot 50 = 250$ €

Kokku: 1 000 €

30. aasta

Õhksoojuspumba hooldus: $4 \cdot 50 = 200$ €

Õhksoojuspumba vahetus: 3 990 €

Soojaveeboileri vahetus: 1 970 €

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $4 \cdot 100 = 400$ €

Ventilatsiooniseadme vahetus: 1 875 €

Kaminahju hooldus: $5 \cdot 50 = 250$ €

Kokku: 8 685 €

35. aasta

Õhksoojuspumba hooldus: $5 \cdot 50 = 250$ €

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $5 \cdot 100 = 500$ €

Kaminahju hooldus: $5 \cdot 50 = 250$ €

Kokku: 1 000 €

40. aasta

Õhksoojuspumba hooldus: $5 \cdot 50 = 250 \text{ €}$

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $5 \cdot 100 = 500 \text{ €}$

Kaminahju hooldus: $5 \cdot 50 = 250 \text{ €}$

Kokku: 1 000 €

45. aasta

Õhksoojuspumba hooldus: $5 \cdot 50 = 250 \text{ €}$

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $5 \cdot 100 = 500 \text{ €}$

Kaminahju hooldus: $5 \cdot 50 = 250 \text{ €}$

Kokku: 1 000 €

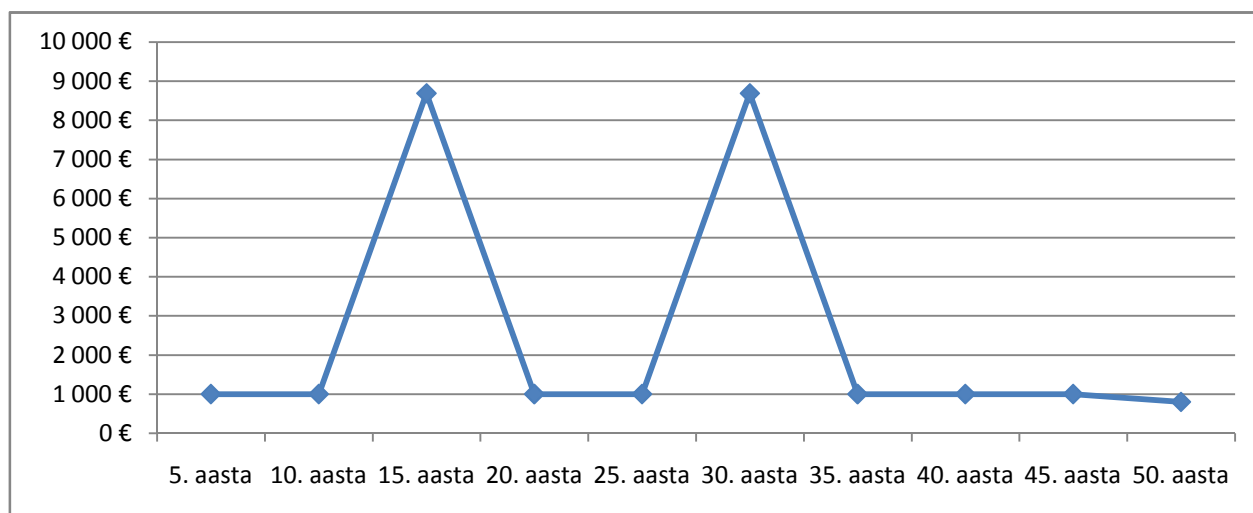
50. aasta

Õhksoojuspumba hooldus: $4 \cdot 50 = 200 \text{ €}$

Ventilatsioonisüsteemi hooldus: $4 \cdot 100 = 400 \text{ €}$

Kaminahju hooldus: $4 \cdot 50 = 200 \text{ €}$

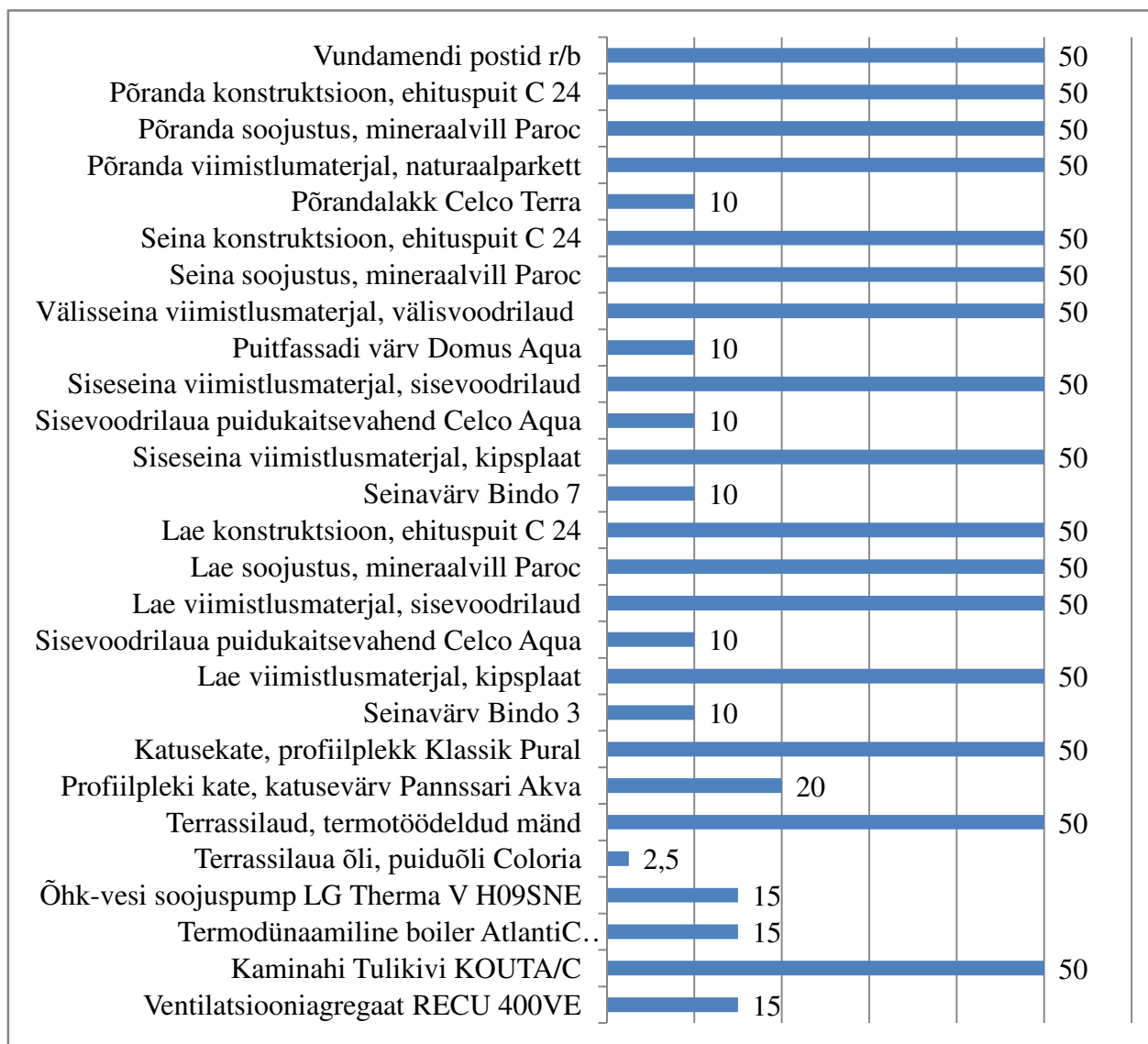
Kokku: 800 €



Joonis 7. Tehnoseadmete hooldus ja vahetamise kulu 5 aastase perioodi kaupa (autori koostatud)

6.6 Materjalide ja seadmete eluiga hoones elueaga 50 aastat

Materjalide ja seadmete eluiga oleks mõistlik lisada tööprojekti lissasse. Oluline on tellijal aru saada materjali või seadme hinnale lisaks, kui pikk on selle kasutusiga. See võimaldaks paremini aru saada hinna ja kvaliteedi suhtest, sest kvaliteet on üldlevinud arvamuse järgi pikaealisuse tunnuseks. Kui ehitusloa aluseks olevas projektis on määratud hoone eluiga, aga materjalid ja seadmed on lahendamata, siis ei saa kindel olla projekti kirjutatud elueas. Detailne eluea väljatoomine on garantiiks tellijale, et arhitekt ja konstruktor koos ehitajaga on parimad lahendused läbi mõtelnud.



Joonis 8. Materjalide ja seadmete eluiga hoones elueaga 50 aastat (autori koostatud)

KOKKUVÕTE

Koduostja sooviks on tavaliselt osta korralik kodu. Eeldus on ka, et kinnisvara ost on midagi kindlat ja püsivat. Selliste eelduste ja lootustega, kuid ilma pädeva spetsialisti abita, võime sattuda olukorda, kus mõne aja pärast pole meil kodu ja tagatiseta jäänud pangalaen ootab tasumist.

Uurimistöös võtsin ülesandeks analüüsida viimistlusmaterjalide ja tehnoseadmete hinnatavat eluiga. Eluea analüüsis tõin välja materjalide ja seadmete hooldus-, vahetuskorrad ja kulud lihtsustatult, mis on vajalikud hoone väärtuse säilitamiseks ja mille tegemise vajalikkusest ei ole tavaliselt majaomanikul enne mingit infot, kui juba kahju on pöördumatu ja kulutused ületavad taluvuse piiri. Elueaks valisin kõige tavalisema projekti kirjutatava eluea – 50 aastat.

Materjalide valiku tegemine on ka lihtsam, kui saame kindlad olla, et ei pea teatud töid enam hoone eluea jooksul uuesti tegema. Ehitusettevõtja valikul on kindlasti vajalik vastavate materjalide paigalduse koolituse läbimine materjali tootja juhendite järgi. Sama oluline on ka järelvalve pidev koolitamine.

Kandekonstruksioonide puhul ei ole vaja teha hoone eluea jooksul lisakulutusi, kui konstruktsioon on ehitatud kvaliteetsest materjalist ja pädeva ehitaja poolt. Tähtis on kogu dokumentatsiooni olemasolu ja kaetud tööde aktid koos fotodega tegelikust olukorrast. Vahetust või korrastamist vajavad kattematerjalid ja nende tööde teostamise tihedus sõltuvalt materjalidest tuleb välja tabelitest.

Tehnoseadmete puhul on olukord keerulisem, kuna seadme ostu ja õige paigaldusega ei ole asi veel lõppenud. Seadme seadistamine ja töökorras hoidmine on pidevalt korduv tegevus. See tähendab, et peame leidma usaldusväärse partneri seadme hooldusel aastateks. Ei ole mõistlik seadmeid osta kampaania korras müüjatelt, kellel puudub hoolduspädevus.

Tehnoseadmete vahetuse ja hoolduse tõin välja eraldi tabelite kaudu. Tehnoseadmete valikut on raskem prognoosida, kuna me ei suuda ette näha arenguid uute tehnoloogiate arenduses.

Torustike ja juhtmete vahetus ei ole vajalik 50 aasta jooksul, kui need on kvaliteetsed ja paigaldus korrektn.

50 aastat on pikk periood ja kaheaastane garantiiperiood ei lahenda neid probleeme, mis maja omamisega kaasnevad. Seega on oluline hakata rääkima hoonete puhul pikemast garantiist ja seadmete puhul tööeas täpsemalt.

Garantiiperioodi saame pikendada ainult hästi läbimõeldud projekti puhul. Esimese sammuna tuleb kõrvale jätta vähempakkumine, sest vähempakkumine lähtub ainult ehitushinnast. Ehitushind ei ole ainus kulu hoone eluea puhul. Igal materjalil ja seadmel on eluiga, peame suutma kajastada seda hinnapakkumises. Selle järgi on tellijal võimalik otsustada, kas odavam pakkumine on ikka odavam.

Teiseks on vaja hakata teostama paremat järelevalvet, et ei väljastataks ehituslubasid eskiisprojekti või eelprojekti alusel. Põhiprojekti oleks tellijal soovituslik tuua sisse ka tööprojekt, kus saab lahendada materjalid ja seadmed, ning määrata nende eluiga. See kõik võib tunduda hetkel bürokraatia suurendamise sooviga, kuid hoone eluea tagamiseks ei saa jätta neid lahendusi töömehe kanda. Kui meil on projekt poolik, siis tavaliselt on eramaja tellija nõustajaks töömees või seadme müügimees. Millest nemad juhinduvad on raske arvata, aga enamikel juhtudel mitte erialastest teadmistest.

Saan uurimistöö võtta kokku mõttega - hoone eluea tagab kvaliteet ja kvaliteedi tagab läbimõeldud projekt.

SUMMARY

The Estimated Service Life of Finishing Materials and Technical Equipment of a Detached House

A person buying a home usually wishes to buy a good home. It is also presumed that buying real estate is something secure and stable. With these presumptions and hopes, but without the help of a competent specialist, we may end up in a situation where we no longer have a home after a while and the unsecured bank loan is waiting to be paid off.

In the research, my task was to analyse the service life of finishing materials and technical equipment. The analysis of service life also provides expenses necessary to maintain the value of a building; the homeowner generally has no information about the need for those expenses before the damages are already irreversible and expenses are past a manageable level. The cost calculations are not based on EVS 807:2010 and EVS 885:2005 standards but are adapted by the author. The service life used in the research is the most common service life provided in projects – 50 years.

Selecting materials is also easier when we can be sure that we do not have to redo certain works during the building's lifetime. When selecting a building contractor, it is definitely necessary for it to have passed a training of installing the corresponding materials based on the instructions of the material's manufacturer. Constant training of supervising staff is equally important.

In the case of load-bearing structures, no additional expenses need to be made during the building's service life if the structure has been made of good quality materials by a competent builder. It is important that all documents exist, as well as acts for completed works together with photographs of the actual condition. Covering materials requiring changing or maintenance and the frequency of performing those works based on materials is provided in tables.

The situation is more complicated for technical equipment, because it does not end with the purchase and correct installation of the equipment. Regulating and maintaining the equipment in proper working order is constantly repeated. This means that we have to find a reliable partner for maintaining the equipment for years. It is unreasonable to buy equipment during a campaign from sellers who have no competence for maintenance.

I provided the changing and maintenance of technical equipment in separate tables. The selection of technical equipment is harder to predict, because we cannot foresee developments in new technology.

Changing pipes and wires is not necessary within 50 years if they are of good quality and installed properly.

50 years is a long time and a two-year guarantee does not solve the problems involved in owning a house. Therefore, it is important to start talking about a longer guarantee for buildings and more precisely about the useful life of equipment.

We can only extend the guarantee to projects which are well planned out. Firstly, the adjudication must be left aside, because adjudications are based entirely on the cost of construction. The cost of construction is not the only expense in the service life of a building. Each material and device has a service life, which needs to be reflected in the price offer. Based on that, the buyer is able to decide whether the cheaper offer is, in fact, cheaper.

Secondly, better supervision must be established, so that construction permits would not be issued based on the draft project or preliminary design documentation. It is recommended for the buyer to add a working project to the main project, in which materials and equipment can be resolved and their service life determined. At present, this may seem like a desire to increase bureaucracy, but those issues cannot be left on construction workers to ensure the lifetime of a building. If the project is half-finished, the consultant for the person contracting a private home is the construction worker or a salesman for a device. It is hard to guess what they take as basis, but in most cases it is not professional knowledge.

I can summarize the research with one notion - the service life of a building is ensured by quality and quality is ensured by a thoroughly elaborated project.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

[1] Ehitusseadus, 2002.

[2] Eesti Standard EVS 908-1:2010.

[3] „www.kvj.ee,” PH Kliima OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.kvj.ee/soojusjuhtivusarv-u-arv> [Kasutatud 14. aprill, 2014].

[4] Majandus- ja kommunikatsiooniminister, määrus nr 63, Hoonete energiatõhususe arvutamise metoodika, 2012.

[5] Vabariigi Valitsus, määrus nr 68, Energiatõhususe miinimumnõuded, 2012.

[6] Eesti Standard EVS-EN 15251:2007.

[7] „www.kodukliima.ee,” Kodukliima Grupp OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.kodukliima.ee/LG_Therma_V [Kasutatud 06. mai, 2014].

[8] „www.abckliima.ee,” ABC Kliima OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.abckliima.ee/erakliendile/tooted/group/ohk-vesi-soojuspumbad/ohk-vesi-inverteriga-mudelid/nibe/nibe-split-acvm-270_ams-10 [Kasutatud 06. mai, 2014].

[9] „www.tulikivi.com/ee,” Tulikivi Oyj, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.tulikivi.com/ee/Tooted/KOUTA_C [Kasutatud 06. mai, 2014].

[10] „www.lintman.ee,” AS Lintman Eesti, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.lintman.ee/tooted/kahhelahjud/kahhelahi-santeri> [Kasutatud 06. mai, 2014].

[11] „www.atlanticbaltic.ee,” Atlanticbaltic OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: http://atlanticbaltic.ee/index.php?page=96&action=show_product_details&product_id=304&group_id=82 [Kasutatud 07. mai, 2014].

[12] „www.elux.ee,” E-lux Kodutehnika OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.elux.ee/p209499/electrolux-hc-ewh200r> [Kasutatud 07. mai, 2014].

[13] „www.abckliima.ee,” ABC Kliima OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.abckliima.ee/erakliendile/tooted/firm/ventilatsioon/ventagregaadid/vallox/vallox-75_ek-juhtimine [Kasutatud 07. mai, 2014].

[14] „www.kodukliima.ee,” Kodukliima Grupp OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.kodukliima.ee/RECU_400 [Kasutatud 07. mai, 2014].

- [15] „www.sadolin.ee,” Värvikeskuste Grupp OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <http://sadolin.ee/index.php/et/tooted> [Kasutatud 08. mai, 2014].
- [16] „www.varvikeskus.ee,” Värvikeskuste Grupp OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.varvikeskus.ee/tooted/sisetood/sein> [Kasutatud 08. mai, 2014].
- [17] „www.toode.ee,” AS Toode, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.toode.ee/hooldusjuhendid> [Kasutatud 08. mai, 2014].
- [18] „www.k-rauta.ee,” Rautakesko AS, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.k-rauta.ee/pages/default.aspx> [Kasutatud 08. mai, 2014].
- [19] „www.puumarket.ee,” Puumarket AS, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.puumarket.ee/?op=body&id=776> [Kasutatud 09. mai, 2014].
- [20] „www.augello.ee,” Augello OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.augello.ee/index.php?page=1525&lang=est&cnt=hinnakiri> [Kasutatud 10. mai, 2014].
- [21] „www.alanderehitus.ee,” Alander Ehitus OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.alanderehitus.ee/hinnakiri> [Kasutatud 10. mai, 2014].