



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

TTÜ Tartu Kolledž

SIRKLI 1 ÜHEPEREELAMU ARHITEKTUURNE PÕHIPROJEKT JA ENERGIATÕHUSUSE ARVUTUSED

Principal architectural design of Sirkli 1 single-family house and energy
efficiency calculations

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera, lektor

Tartu 2018

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“28” .mai 2018

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201....

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

TTÜ Tartu Kolledž
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Mariliis Mikk, 092620EAEI
Õppekava, peeriala: EAEI02/09 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine (kood ja nimetus)
Juhendaja(d): lektor Jiri Tintera
Konsultandid: Aime Ruus, dotsent

Lõputöö teema:

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused
Principal architectural design of Sirkli 1 single-family house and energy efficiency calculations

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Koostada elamu arhitektuurne põhiprojekt (seletuskiri ja graafilised joonised)
2. Arvestada välja hoone energiatõhususarv

Töö keel: eesti keel **Lõputöö esitamise tähtaeg:** "28" .mai 2018 a

Üliõpilane: Mariliis Mikk "....."201....a
/alkiri/

Juhendaja: "....."201....a
/alkiri/

Konsultant:

"....."201....a

/alkiri/

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1 ÜLDOSA.....	8
1.1 Üldandmed.....	8
1.2 Normdokumendid	8
2 ASENDIPLAAN.....	9
2.1 Olemasolev olukord	9
2.2 Projekteeritav asendiplaan	10
2.2.1 Projekteeritava hoone paiknemine	10
2.2.2 Parkimine ja liikuskorraldus	10
2.2.3 Jäätmekäitlus.....	10
2.2.4 Kanalisatsioon.....	11
2.2.5 Tehnovõrgud.....	11
2.2.6 Piirded ja väravad.....	11
2.2.7 Haljastus	11
3 ARHITEKTUUR	12
3.1 Arhitektuurne üldlahendus.....	12
3.2 Ruumide eksplikatsioon	13
4 KONSTRUKTSIOONID	14
4.1 Konstruktsioonide kirjeldus.....	14
4.1.1 Vundament ja põrandakonstruktsioon P-1	14
4.1.2 Soojustatud välisseinad VS-1	14
4.1.3 Katuslagi KL-1.....	15
4.1.4 Katusagi KL-2.....	16
4.1.5 Vahelagi VL-1	16
4.1.6 Soojustamata välissein VS-2	17
4.1.7 Soojustamata katuslagi KL-3.....	17
4.1.8 Siseseinad	17
4.1.9 Avatäited.....	18
4.1.10 Trepid	18

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

4.1.11 Terrass	18
4.1.12 Varikatused	18
5 TEHNOSÜSTEEMID.....	20
5.1 Küttesüsteem.....	20
5.2 Ventilatsioonisüsteem.....	20
5.3 Veevarustus ja kanalisatsioon	20
5.4 Elektrivarustus	20
6 TULEOHUTUS	21
6.1 Üldandmed.....	21
6.1.1 Projekteerimisel lähtunud normdokumendid.....	21
6.1.2 Ehitise üldandmed.....	21
6.1.3 Tuletõkketsoonid.....	22
6.1.4 Suitsuärastus	22
6.1.5 Tuleohutuskujad.....	22
6.1.6 Hoone kande- ja tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivuse ajad.....	22
6.1.7 Tuletõrjevesi	22
6.1.8 Pääsemeeskonna ligipääs.....	23
6.1.9 Pääs põõningule ja katusele	23
6.1.10 Kütteseadmete tuleohutus	23
6.1.11 Tuleohutuspaigaldised.....	24
7 ENERGIATÕHUSUS.....	25
7.1 Kasutatud programmid ja meetoodika	25
7.2 Kasutatud sisendandmed	26
7.3 Simulatsioon	26
7.3.1 Infiltratsioon.....	26
7.3.2 Kõrghaljastuse mõju.....	28
7.3.3 Arvutustulemused	31
7.4 Energiratõhususarvu kalkulatsioonid	32
7.4.1 Tarbevee soojendamise ETA komponent.....	33
7.4.2 Valgustuse ja seadmete elektrikasutuse ETA komponent	33
7.4.3 Ventilatsiooni ETA komponent	34
7.4.4 Ruumide kütte ETA komponent	34

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja
energiatõhususarvutused

7.4.5 Eksporditud energia ETA komponent	35
7.4.6 Ruumide jahutuse ETA komponent	36
7.4.7 Energiatõhususarv ETA lõplik väärtus.....	37
7.5 Suvise ruumitemperatuuri kontroll.....	37
8 KOKKUVÕTE	38
LISAD	39
LISA 1 Graafiline osa	39
LISA 2 Energiaarvutuste tulemuste raportid	40
9 KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	41

SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö eesmärk on koostada arhitektuurne põhiprojekt Tartu vallas asuvale Sirkli tn 1 elamukrundile rajatava ühepereelamu tarbeks. Projekti tellija on Sirkli 1 krundi omanik. Töö koostamisel on võetud arvesse tellija soove hoone arhitektuurse lahenduse osas, krundi eripärasid, detailplaneeringut ning 2020. aastal kehtima hakkavaid energiatõhususe miinimumnõudeid. Kuna elamu peab valmimishetkel vastama liginullenergia hoone nõuetele, on hoolikalt valitud kasutatavaid ehitusmaterjale ning lahendatud on olulisemad konstruktsioonide sõlmed, et vähendada külmasildade ohtu.

Üheks oluliseks küsimuseks on krundil asuv kõrghaljastus, mida soovitakse säilitada - millisel määral mõjutab kõrghaljastuse olemasolu ja paiknemine hoone energiatarbimist.

Töö koosneb peamiselt kolmest osast: esimene osa on arhitektuurse põhiprojekti seletuskiri, milles kirjeldatakse hoone asukohta, paiknemist, konstruktsioonide põhimõttelisi lahendusi, viimistlust, tuleohutust. Teises osas on teostatud programmi IDA ICE abil dünaamilise simulatsiooni meetodil energiatõhususe arvutused ja toodud välja võrdlused energiatarbimise osas, kui sama hoone asuks erinevas mahus kõrghaljastatud kruntidel. Kolmanda osa moodustavad graafilised joonised: hoone asendiplaan, põhiplaanid ja lõiked, avatäidete spetsifikatsioon, konstruktsioonide tüüplõiked ning sõlmede lahendused.

1 ÜLDOSA

1.1 Üldandmed

Aadress:	Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
Katastritunnus:	79401:001:0209
Krundi sihtotstarve:	100% elamumaa
Hoone kasutamise otstarve:	11101 - üksikelamu
Krundi suurus:	5903 m ²
Hoone ehitusalune pindala:	260,3 m ²
Hoone suletud netopind:	204,6 m ²
Hoone korruselisus:	1-korruseline
Hoone tuleohutusklass:	TP3
Hoone kõrgus:	6 meetrit
Hoone suhteline kõrgus	+/-0.00 = 51.65
Hoone kasutusiga:	50 aastat

1.2 Normdokumendid

Projekti koostamisel on lähtutud järgmistest normdokumentidest:

- Tartu vallas Lombi külas asuvate Mario, Maikeni, Kasteheina, Kuuse ja Uusallika maaüksuste ja lähiala detailplaneering, kehtestatud 18.06.2014 (Tartu vallavolikogu otsus nr 23)
- Geodeetiline alusplaan: töö nr. tartuv-191-ga, koostatud 09.10.2017 OÜ Elker poolt
- Ehitusseadustik
- Majandus- ja taristuministeriumi määrus nr 97 "Nõuded ehitusprojektile"
- EVS 811:2012 "Hoone projekt"
- Siseministeriumi määrus nr 17 "Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele"
- Majandus- ja taristuministeriumi määrus nr 55 "Hoone energiatõhususe miinimumnõuded"
- Majandus- ja taristuministeriumi määrus nr 58 "Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika"

2 ASENDIPLAAN

2.1 Olemasolev olukord



Joonis 2.1 - Asukoha skeem

Sirkli 1 elamukrunt asub Lombi külas, Tartu vallas. Kehtestatud detailplaneeringu järgi on tegemist roheala piirkonnaga, mis tähendab, et ümbruskonnas on rohkelt kõrghaljastust ning olemasolevad suuremad puud tuleb säilitada.

Kinnistu piirneb idaküljest Sirkli tänavaga, põhjast Allika tee 12 krundiga, läänest Metsaveere tee 2 ja lõunast Sirkli 3 ja 5 kruntidega, seal juures Sirkli 3 krundil asub puurkaev, mis hakkab varustama Sirkli 1 hooneid tarbeveega.

Krunt on praeguseks suures osas heakorrastatud ja võsastunud alad puhastatud. Krundi läänepoolne osa on kaetud kasenoorendikuga ja kuulub säilimisele.

Maapinna absoluutkõrgus jääb vahemikku 49,90-53,30, langedes ühtlaselt kirde suunal. Krundil puudub drenaaž, pinnaseveetase suhteliselt kõrge - detailplaneeringu hinnangul 1,4 meetri

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

sügavusel. Ehitusgeoloogilisi uuringuid pole teostatud. Seni toimunud kaevamiste käigus on selgunud, et pinnas on savine ja niiske.

Olemasolevatest hoonetest paiknevad krundil ehitusjärgus kuur 19,7 m² ja 57,5 m² saunahoone. Kommunikatsioonidest on krundi lõunapoolse piirini toodud veetrassi liitumispunkt ning üks osa torustikust on välja ehitatud olemasoleva ehitusjärgus saunahooneni, vett saadakse Sirkli 3 paiknevast puurkaevust. Elektri liitumispunkt asub Sirkli tänava ääres Sirkli 2 ja 4 kruntide piiril asuvas ühises elektrikapis, millest on veetud maakaabel Sirkli tänava alt Sirkli 1 krundile.

2.2 Projekteeritav asendiplaan

2.2.1 Projekteeritava hoone paiknemine

Projekteeritav elamu on plaanitud krundi põhjapoolsesse külge paiknedes Sirkli tänavast 15 meetri kaugusel ja krundi põhjapoolsest piirist 8 meetri kaugusel. Olemasolevatest hoonetest jääb elamu saunahoonest 24 meetri ja kuurist 17 meetri kaugusele. Hoone katusehari kulgeb ida-lääne suunaliselt jäädes Sirkli tänava suhtes risti. Krundile pääseb Sirkli tänava poolt, peaväravast sisenedes saab suunduda otse garaaži.

2.2.2 Parkimine ja liikuskorraldus

Planeeritud parkimisala jääb projekteeritava hoone garaažiesisele alale. Sõidukite liikumise hõlbustamiseks krundisiseselt rajatakse kaarjas ümbersõidutee, mistõttu rajatakse Sirkli tänavalt kaks ligipääsuväravat 20 m vahega. Hoonesine parkimis- ja sõiduala on kaetud kivilisillutisega. Sirkli tänav on vähese liikluskoormusega kohalik tee ning täiendavaid liikuskorraldusvahendeid krundile rajada pole vaja.

2.2.3 Jäätmekäitlus

Prügikonteinerile rajatakse varjualune parkimisplatsi kirdenurka, asukoht on näidatud asendiplaanil. Jäätmekäitlus korraldatakse vastavalt Tartu valla jäätmekäitluseeskirjale.

2.2.4 Kanalisatsioon

Kanalisatsioon lahendatakse lokaalselt biofiltriga septiku ja imbväljaku näol, mille asukoht krundil jääb projekteeritavast hoonest läände. Sadeveed juhitakse pinnasesse, seejuures jälgida, et üleliigne vesi ei pääseks naaberkinnistutele.

2.2.5 Tehnovõrgud

Hoonete energiatõhususe parandamiseks on krundile planeeritud rajada päikesepaneelid nimivõimsusega 5 kW. Paneelid paigaldatakse lõunasuunaliselt 45° nurga all eraldiseisvale puidust raamistikule, mille asukoht hakkab olema krundi lõunapoolses küljes, kuhu ei ulatuks kõrgemate puude ja naaberhoonete varjud. Päikesepaneelide paigaldamiseks vajalikud tehnilised tingimused ja projektdokumentatsioon lahendada eriosade projekti raames.

2.2.6 Piirded ja väravad

Krunt piiratakse osaliselt puidust taraga, mille maksimaalne kõrgus võib olla 1,5 meetrit. Peamine ligipääs planeeritakse krundi parkimisala juures asuva peavärava kaudu. Sõidukite hõlpsama manööverdamise tarbeks lisatakse veel üks värav 20 meetrit lõunapoole, et tagada ligipääs ka krundil asuvate abihoonete juurde.

2.2.7 Haljastus

Olemasolev kõrghaljastus kinnistu läänepoolsel alal säilitatakse. Kõrgekasvuliste puude juurdeistutust ette nähtud pole. Parkimis- ja sõidualaga piirnevale haljasalale istutatakse madalakasvulised ilutaimed.

3 ARHITEKTUUR

3.1 Arhitektuurne üldlahendus

Projekteeritav elamu on 1-korruseline poorbetoonplokkidest hoone, mille ehitusalune pindala on 260,3 m². Põhiplaan on eluruumide osas riskülikukujuline, millele lisandub põhjaküljes pisut taanduv garaažiosa koos tehnoruumiga. Planeeringus on lähtutud põhimõttest, et magamistoad ja elutuba oleksid avatud võimalikult suures ulatuses lõunapäikesele, abiruumid jäävad hoone põhjapoolsesse osasse.

Hoone keskseks osaks on elutuba koos köögi ja söögi-alaga, mille kohal olev katuslagi ulatub kuni 5,2 m kõrguseni, moodustades avara aatriumi. Ruumi lõunapoolses küljes paiknevad kõrged aknapinnad ja klaasist terrassiuks, mille kohal asub lisaks üks kolmeosaline lintaken. Köök-elutuba piirneb kahest küljest magamistubade ja abiruumidega, mille lagede kõrgus on 2,95 m ning mille kohal paikneb kütmata pööninguala.

Hoone katus on ühekaldeline, katusekalle 15 kraadi langedes lõuna-põhja suunal, kattematerjaliks on sileplekk. Garaažiosale on ette nähtud SBS kattega lamekatus.

Välisviimistluses domineerivad tumedad naturaalsed toonid, välisvooder kombineeritud tumepruuni püstlaudise ja grafiithalli kivivoodriga. Katusekate, vihmaveesüsteem ja avatäited on tumehallid. Sokliosa krohvitakse ja värvitakse tumehalliks.

Hoone lõunapoolsel fassaadil paiknevad magamistubade akende kohal varikatused, et piirata suvisest päikesest tingitud ülekuumenemist.

3.2 Ruumide eksplikatsioon

Tabel 3.1 - Ruumide eksplikatsioon

Ruumi nr plaanil	Nimetus	Pindala
1	Magamistuba	17,6
2	Magamistuba	17,6
3	Vannituba	7,7
4	Majapidamisruum	4,3
5	WC	3,6
6	Sahver	4,3
7	Koridor	7,2
8	Köök-elutuba	61,8
9	Esik	7,8
10	Garderoob	6,5
11	Magamistuba	17,4
12	Kontor	8,5
13	Garderoob	4,9
14	Tehnoruum	6,2
15	Garaaž	29,2
	KOKKU	204,6

4 KONSTRUKTSIOONID

4.1 Konstruktsioonide kirjeldus

Projekteeritav elamu on 1-korruseline poorbetoonplokkidest plaatvundamendile toetuv hoone. Antud projekt kirjeldab konstruktsioonide põhimõttelisi lahendusi, tugevusarvutused töökoosseisu ei kuulu.

4.1.1 Vundament ja põrandakonstruktsioon P-1

Kõrge pinnaseveetaseme tõttu on hoone projekteeritud plaatvundamendile. Vundamendialune huumusekiht eemaldatakse, paigaldatakse geotekstiil ning täidetakse vähemalt 250 mm paksuse tihendatud killustikukihiga fraktsiooniga 16-32 mm. Kogu vundamendialune pind ja sokkel soojustatakse koormusttaluva XPS soojustusmaterjaliga (näiteks Styrofoam 250-SLAN või samaväärne). Soojustusmaterjali paksus on 100 mm, mis laotakse kahes kihis selliselt, et vuukide ühenduskohad ei kattuks. Soojustusmaterjali peale paigaldatakse kile. Betoonplaadi paksus põranda kohalt on 150 mm, mille sees paikneb armatuur ja põrandaküttetorustik. Betooni armatuur dimensioneerida konstruktiivse projekti staadiumis. Elutoa katusekonstruktsioone kandvate postide all paiknev vundamendiosa teostada sarnaselt teiste kandevseintealuse vundamendisüvise näol, mille mõõdud ja armeering lahendada konstruktiivse projekti koosseisus. Kamina ja korstnaalune põrandapind armeerida topelt.

Kogu hoone perimeetril lisatakse pinnasesse horisontaalselt soojustusplaat, et vähendada külmakergete ohtu. Samuti rajatakse hoone ümbrusesse dreanaažitorustik, et juhtida hoonest eemale pinnasevesi.

Sokliosid kaetakse väljast krohvisüsteemiga ning värvitakse, toon RAL 7023.

4.1.2 Soojustatud välisseinad VS-1

Projekteeritava hoone välisseinad laotakse 300 mm laiustest poorbetoonplokkidest (näiteks Bauroc Classic või samaväärne), mis paigaldatakse õhukese vuugiga tootja poolt ette nähtud liimiseguga. Iga neljanda plokirea järelt paigaldatakse vuugiarmatuur. Seinte viimane rida laotakse

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

vastavatest U-plokkidest, mis armeeritakse ja betoneeritakse. Välisseinad laotakse kolmes erinevas kõrguses: seinad, mis kannavad puitfermidest katusekonstruktsioone, laotakse 3 meetri kõrgusele; elutoa lõunapoolne sein teljel A, millele toetuvad katusetalad, on 5,2 meetri kõrgune; garaaži soojustatud plokksseinad jäävad 2,4 m kõrguseks. Elutoa A teljel paiknev 5,2 meetri kõrgune seiniosa eraldatakse ülejäänud A-telje seinast deformatsioonivuukide abil. Deformatsioonivuugid teostada vastavalt plokitootja juhistele.

Seinad soojustatakse väljastpoolt kahes kihis 100 mm paksuste soojustusvilladega. Esimene kiht soojustusvilla paigaldatakse 50x100 mm puitprussidest sõrestiku vahele. Teine kiht soojustust on integreeritud tuuletõkkekihiga sulundühendusega plaatvill (näiteks Isover RKL31 Facade või samaväärne), mis kinnitatakse ilma täiendava puitkarkassita esimesele sõrestikule, tuuletõkkeplaatide ühendusvuugid tihendatakse tootja poolt ette nähtud teibi või silikoonmassiga.

Soojustuskihist väljapoole kinnitatakse vertikaalne tuulutusliist, millele omakorda horisontaalne roovitus ning paigaldatakse viimistlusmaterjalid vastavalt arhitektuursele lahendusele: püstlaudis või dekoratiivkivi. Fassaadilaudis immutada toonitud puidukaitseõliga, värvus pähkelpruun. Dekoratiivkiviks valida grafiithall fassaadikivi, paigaldada vastavalt tootja juhistele. Seestpoolt kaetakse seinad krohviga ning viimistletakse.

4.1.3 Katuslagi KL-1

Hoone köök-elutoa kohal paikneva katuslae kandvaks konstruktsiooniks on puittalad ristlõikega 50x250 mm. Talad toetuvad ühelt poolt plokkidest välisseinale ja teiselt poolt liimpuittalale ruumi keskel. Katusetalad kinnitatakse 50x250 mm puitprussist müürlatile, mis on paigaldatud plokksinale. Liimpuittala toetub betoneeritud õõnesplokkidest postidele. Postide ja tala ristlõiked dimensioneerida konstruktiivses projektis. Puidust ja betoonist konstruktsioonide vahele paigaldada hüdroisolatsiooniks rullbituumen.

Katuslae puittalad paigatakse 600 mm sammuga, mille vahele lisatakse soojustusvill. Laetalade alumisele küljele kinnitatakse aurutõkketile. Kile ühenduskohad paigaldatakse ülekattega vähemalt 100 mm ning tihendatakse aurutõkketeibiga. Katuslae ja sein liitumiskohas pöörata aurutõkketile 50 mm ulatuses seinale. Lisada põikiroov ning kinnitada viimistletud laudis.

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

Laetalade pealmisele küljele kinnitatakse lisaroov 50x100 prussidest, mille vahele paigaldatakse 100 mm paksune kiht soojustusvilla. Jälgida, et katuslae soojustuskihid liituksid välisseina VS-1 soojustuskihtidega, et vähendada külmasildade tekkimise ohtu.

Soojustuse peale paigaldatakse hingav aluskate, mis täidab ühtlasi tuuletõkke ülesannet. Aluskate kinnitatakse 50x50 mm prussidest tuulutusroovi abil. Järgneb katuseroovitis ning paigaldatakse sileplekk-katus vastavalt tootja juhistele.

4.1.4 Katusagi KL-2

Garaaži ja tehnoruumi kohal asuv katuslagi on lahendatud tuulutatava lamekatusena. Kandvaks konstruktsiooniks on puittala ristlõikega 50x250 mm, mis toetub teljel D asuvale plokkidest seinale ning teljel C asuvale plokkidest seinale kinnitatud prussikingadele. Prussikingade abil tekitada katusetaladele kalle 1:60 telje D suunas. Talade samm 600 mm, mille vahele paigaldatakse soojustusvill. Talade alumisele küljele kinnitatakse aurutõkketile ülekattega 200 mm ja teibitakse aurutõkketeibiga, lae ja seina liitumiskohtades pöörata kile 50 mm ulatuses seinale. Lisada 50x50 mm põikiroov, mille vahele paigaldada lisasoojustuskiht ning katta see kipsplaadiga.

Laetalade pealmisele küljele kinnitatakse 50x50 mm pikiroov, mille vahele paigaldatakse soojustusvill, lisatakse hingav aluskate, mis täidab ühtlasi tuuletõkke ülesannet ja kinnitatakse see 50x50 mm prussidest tuulutusrooviga. Roovile kinnitada niiskuskindel OSB-plaat, millele paigaldatakse 2 kihti SBS katusekattematerjali. Teljel D paikneb vihmavee äravoolusüsteem, mille tarbeks tuleb kahe SBS kihi vahele paigaldada ääreplekk ning kinnitada vihmaverenn selliselt, et oleks tõkestatud väljastpoolt niiskuse liikumine katuse tuulutusvahesse.

Telgedel 2 ja 4 tekitatakse lisaplokireaga parapet. Katuse-seina ning katuse-parapeti liitumiskohtades paigaldada SBS katusekate ülespöördega 200 mm ulatuses. Ülespöördel tagada sujuv üleminek puidust või PVC-st kolmnurkliistu abil. Parapeti ääred katta parapetiplekiga.

4.1.5 Vahelagi VL-1

Kütmata pööningute all paikneb soojustatud vahelagi, mis toetub fermidest katusekonstruktsiooni alumisele vööle. Vahelagi soojustatakse 450 mm paksuselt puistevillaga, jälgida, et puistevill liituks välisseina soojustusvillaga. Vahelae alumisele küljele kinnitatakse OSB-plaat, mille alumisele

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

küljele paigaldatakse aurutõkkekile. Kile liitumiskohtades tekitada ülekate 200 mm ja tihendada aurutõkketeibiga ning sein ja lae liitumiskohas pöörata kile 50 mm ulatuses seinale. Lisaks paigaldada 50x50 prussidest roovitus, mille vahele soojustusvill. Vill kaetakse kipsplaadiga ning viimistletakse.

4.1.6 Soojustamata välissein VS-2

Kütmata pööningu välisseinad on soojustamata puitkarkassil. Kandev osa moodustub katuseferimide välimistest postidest, mis fikseeritakse puidust prussidega ristlõikega 50x200 mm ning lisatakse distantliistud, et viia sein fassaadipind ühele tasapinnale soojustatud välisseinaga. Välisviimistluses kasutada püstlaudist, mis töödeldakse toonitud puiduõliga (värvus pähkelpruun), või dekoratiivkiviga (värvus grafiithall).

4.1.7 Soojustamata katuslagi KL-3

Kütmata pööninguosa kohale on ette nähtud soojustamata katus. Katuse kandevkonstruktsioon moodustub puitfermidest, mis toetuvad plokkidest laotud välisseintele. Fermid kinnituvad 50x250 mm ristlõikega puitprussidest müürlatile, mis omakorda on ankurdatud plokkseina külge. Fermid dimensioneerida konstruktiivses projektis. Fermide üleminele vööle kinnitatakse lisaks põiki 50x100 mm prussid, et katusepind jääks ühele tasandile soojustatud katuslaega (KL-1). Prussidele paigaldatakse mittehingav katuse aluskate, mis kinnitatakse 50x50 prussidest distantroovitise, selle peale paigaldada katuseroov ja sileplekk katusekate vastavalt tootja juhiste.

4.1.8 Siseseinad

Projekteeritaval hoonel on üks kandev sisesein, mis asub teljel C ning eraldab garaaži eluruumidest. Antud sein laotakse 300 mm laiustest poorbetoonplokkidest (näiteks Baurock Ecotherm või analoogne). Sein kaetakse mõlemalt poolt krohviga ning viimistletakse.

Ülejäänud hoone siseseinad on mittekandvad ning laotakse poorbetoonist vaheseinaelementidest (näiteks Baurock Element) paksusega 150 mm ning kaetakse mõlemalt poolt krohviga ja viimistletakse.

Köök-elutoa vaheseinad piirnevad kütmata pööninguruumidega, mistõttu tuleb nendes osades siseseinad väljastpoolt isoleerida soojustusvillaga - esimene kiht 100 mm paksust villa paigaldatakse 50x100 mm puitroovide vahele, teiseks kihiks kasutada 100 mm paksust

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

integreeritud tuuletõkkekihiga plaatvilla, mille ühendusvuugid tihendada tootja poolt ette nähtud teibi või silikoonmassiga. Jälgida, et seinä soojustuskihid liituksid vahelae puistevillakihiga.

4.1.9 Avatäited

Hoonele on ette nähtud kolmekordse pakettklaasiga energiatõhusad puitaknad ja kaks liugust pääsuga terrassile. Avatäidete värvus seest valge, väljast tumehall RAL 7016. Aknad ja tessassiüksed paigaldatakse plokkidest välisseina suhtes 100 mm väljapoole puidust karkassile selliselt, et akna välisserv oleks kohakuti sisemise soojustuskihi välisservaga. Akna ja seinä liitumiskohad tihendatakse seestpoolt vastava aurutõkketeibiga ja väljastpoolt ilmastikutõkketeibiga. Seejärel paigaldatakse välimine tuuletõkkekihiga soojustusvill selliselt, et materjal kataks kuni 2/3 aknaraamist.

Peasissepääs on planeeritud idapoolsest välisuksest. Ukse laius on 1200 mm, tegemist on soojustatud 900 mm välisuksega, mille küljel asub 300 mm klaasitud laiend. Ukse ja seinä liitumiskohad tihendada teibiga mõlemalt poolt kogu perimeetri ulatuses.

Garaažiuks asub hoone garaažiosa idapoolsel küljel teljel 4. Ukse laius 3 m ja kõrgus 2 m. Värvus tumehall RAL 7016.

Avatäidete spetsifikatsioon on toodud Lisas 1.

4.1.10 Trepid

Hoonesisesed trepid puuduvad.

Hoone peasissepääsu juures rajatakse betoonist kaheastmeline välistrepp.

4.1.11 Terrass

Hoone lõunaküljes paikneb 44,5 m² suurune terrass, mis toetub kruvivaiadel asuvale puitkonstruktsioonile. Puitkarassile kinnitatakse immutatud terrassilauad.

4.1.12 Varikatused

Hoone lõunapoolsel küljel asub päikesevarjestyks kolm varikatust, mis ulatuvad 1,6 meetri kaugusele fassaadipinnast. Varikatused valmistatakse puidust karkassile ning paigaldatakse magamistubade akende kohale 300 mm akende ülemisest servast mõõdetuna. Varikatuse karkass

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

kinnitatakse samale puitroovile, mille vahel asub välisseina sisemine soojustuskiht. Varjestused fikseeritakse välimisest küljest täiendavalt trosside abil. Varikatuse läbiviigud välisseina välimisest soojustuskihist tihendada soojustusmaterjali tootja poolt ette nähtud ilmastikukindla teibiga.

5 TEHNOSÜSTEEMID

5.1 Küttesüsteem

Projekteeritava hoone põhikütteks on maasoojuspump ning soojus jaotub eluruumidega hooneosas vesipõrandakütte ning garaažis radiaatori abil. Lisakütteallikaks on elutoas paiknev kamin-ahi võimsusega kuni 6 kW. Küttesüsteemi dimensioneerimine ja torustiku jaotamise plaan täpsustada eriosade projekti mahus.

5.2 Ventilatsioonisüsteem

Hoonesse on ette nähtud sundventilatsioon soojustagastussüsteemiga, mille temperatuuri suhtarv on vähemalt 0,8 ja õhuvooluhulk $0,42 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$. Ventilatsioonisüsteemi paiknemine ja dimensioneerimine täpsustada eriosade projekti mahus.

5.3 Veevarustus ja kanalisatsioon

Elamut varustatakse külma tarbeveega Sirkli 3 krundil paiknevast puurkaevust. Vee soojendamine toimub maasoojuspumba abil. Hoone kanalisatsioon on lahendatud lokaalselt biofiltriga septiku ja imbväljaku näol, mille paiknemine krundil on näidatud asendiplaanil (Lisas 2). Vee- ja kanalisatsioonitorustiku dimensioneerimine ja tehniline lahendus täpsustada eriosade projekti mahus.

5.4 Elektrivarustus

Sirkli 1 kinnistule on sõlmitud elektriliitumisleping peakaitsme suurusega 3x25A. Elektri liitumispunkt asub Sirkli tänava ääres Sirkli 2 ja 4 kruntide piiril, millest on veetud maakaabel Sirkli tänava alt Sirkli 1 kinnistule. Hoonesisene elektripaigaldiste projekt koostada eriosade projekti mahus.

6 TULEOHUTUS

6.1 Üldandmed

6.1.1 Projekteerimisel lähtunud normdokumendid

- Tuleohutuse seadus (jõustunud 01.09.2010)
- Siseministeeriumi määrus nr 17 "Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele"
- EVS 812-3:2018 "Ehitiste tuleohutus. Osa 3: Küttesüsteemid"

Seletuskirja tuleohutusosa koostamisel on lähtunud Päästeameti koostatud juhendmaterjalist "Ehitusprojekti tuleohutusosa" (aprill 2018).

6.1.2 Ehitise üldandmed

Tabel 6.1

Hoone kasutusotstarve	11101 - üksikelamu
Hoone kasutusviis	I kasutusviis
Hoone korruselisus	1-korruseline
Hoone tulepüsivusklass	TP3
Konstruksioonide tulepüsivus	hoone jäigastavatele ja kandekonstruksioonidele tulepüsivusnõudeid ei esitata
Tuletundlikkus	seinad ja lagi D-s2,d2 välisseina välispind D-s2,d2 õhutuspiilu välispind D-s2,d2 katusekate Broof
Põlemiskoormus	kuni 600 MJ/m ²

6.1.3 Tuletõkketsoonid

Hoones on eraldi tuletõkkeseptsioon, mis koosneb garaažist ja tehnoruumist. Tuletõkketsoon on tähistatud plaanil. Garaaži ja eluruume ühendav siseuks paigaldada tulepüsivusega EI15. [1]

6.1.4 Suitsuärastus

Suitsuärastus toimub läbi avatavate akende ja uste.

6.1.5 Tuleohutuskujad

Projekteeritava hoone naabruses paiknevad abihooned, millest kuur asub 17 meetri ja saunahoone asub 26 meetri kaugusel.

6.1.6 Hoone kande- ja tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivuse ajad

Projekteeritav hoone on TP3 klassis 1-korruselise hoone, mistõttu ehitise jäigastavatele ja kandekonstruktsioonide tulepüsivuse nõudeid ei esitata. Ehitise tuletõkkeseptsiooni eraldav konstruktsioon (sein) peab vastama tulepüsivusklassile EI30 ja eluruumidesse viiv uks EI15. Hoone eripõlemiskoormus jääb alla 600 MJ/m^2 . [1]

6.1.7 Tuletõrjevesi

Lähim tuletõrje veevõtukoht asub 120 meetri kaugusel Allika tee tänava ääres, kuhu on rajatud veehüdrant, milles on tagatud tulekustutusvesi 10 l/s kolme tunni jooksul. Veevõtukoht on näidatud situatsiooniskeemil (joonis 6.1).



Joonis 6.1 - Tuletõrje veevõtukohta situatsiooniskeem

6.1.8 Pääsmeeskonna ligipääs

Päästetehnikale tagatakse ligipääs Sirkli tänava poolt. Hoone peasissepääs asub tänavapoolses küljes, samuti on võimalik siseneda lõunapoolsete terrassiuste kaudu.

6.1.9 Pääs pööningule ja katusele

Hoone pööninguosadele pääseb hoonest seest pööninguluukide kaudu, mille asukohad on näidatud plaanil. Katusele pääseb väljastpoolt teisaldatava redeli abil. Korstna teenindamiseks on kaldkatusele paigaldatud statsionaarne katuseredel.

6.1.10 Kütteseadmete tuleohutus

Hoone põhikütteks on planeeritud maasoojuspumba abil köetav põrandaküte eluruumides ning radiaator garaažis. Lisaks paigaldatakse elutuppa küttepueuga köetav kamin-ahi võimsusega kuni 6 kW, mille asukoht on näidatud plaanil. Kamina suitsugaasid juhitakse plokkidest ühe lõõriga kolmekihilisse moodulkorstnasse (näiteks Fibo moodulkorsten 360x360 mm või analoogne), mis laotakse selliselt, et korsten jääks vaadeldav vähemalt kahest küljest kogu ulatuses. Vastavalt tootja juhistele korstna läbiviigul katusest eraldada see 50 mm kauguselt põlevast materjalist mittepõleva soojustusmaterjaliga (näiteks kivivill mahukaaluga vähemalt 100 kg/m³).[2] Läbiviigu

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

asukoht on näidatud katusekandjate plaanil. Korstna kõrgus on vähemalt 800 mm üle katusepinna ja paigaldatakse ilmastikukaitse (korstna müts).[3] Korstna ja ühenduslõõri temperatuuriklass on T600.[2] Korstna teenindamiseks pääseb ligi maapinnalt teisaldatava redeli ja katusele paigaldatud statsionaarse katuseredeli abil. Puhastusluugid paigaldatakse vastavalt kehtivatele nõuetele. Kütteseadme ette paigaldada mittepõlevast materjalist põrandakate, mille mõõtmed peavad ulatuma ukseavast 100 mm kummagile poole mõõdetuna ukseava servast ja 400 mm eemale mõõdetuna kolde esiservast. [3] Küttepõude hoiustamist hoones ette pole nähtud.

Küttesüsteemide hooldusel lähtuda siseministeriumi määrusest nr 41 "Küttesüsteemide puhastamise nõuded".

6.1.11 Tuleohutuspaigaldised

Hoone kõikidesse eluruumidesse paigaldatakse suitsuandurid ja köök-elutuppa lisaks vingugaasiandur.

7 ENERGIATÕHUSUS

Käesolev elamu on projekteeritud liginullenergiahoonena. Hetkel kehtiva majandus- ja taristuministeriumi määruse nr 55 kohaselt on liginullenergiahoone hoone, mille energiatõhususarv jääb vahemikku 0-50 kWh/(m²·a). [4] Samas on koostamisel määrusemuudatused, mille tulemusel seatakse liginullenergiahoonete energiatõhususle uued piirmäärad. Kavandatavad piirmäärad on toodud tabelis 7.1. Sellekohaselt jääb projekteeritava elamu köetav pindala vahemikku, mis sätestab energiatõhususe piirmääraks 100 kWh/(m²·a), mis võetakse ühtlasi käesoleva projekti energiatõhususarvutuste aluseks. [5]

Tabel 7.1 - Energiatõhususarvu piirväärtused

Hoone kasutusotstarve	Energiatõhususarv kWh/(m ² ·a)
Väikeelamu kuni 120 m ²	120
Väikeelamu 120-220 m ²	100
Väikeelamu üle 220 m ²	80

Arvutustes on lähtutud määrusest nr 58 "Hoone energiatõhususe arvutamise meetoodika". Hoone konstruktsioonide ja peamiste sõlmede lahendusel on aluseks võetud SA Kredex ja majandus-ja taristuministeriumi tellimusel 2017. aastal valminud juhend "Liginullenergia eluhooned. Väikemajad".

7.1 Kasutatud programmid ja meetoodika

Hoone netoenergiatarbimine on välja arvestatud kasutades energia- ja sisekliima dünaamilise simulatsiooni meetodit programmi IDA ICE 4.8 abil. Energiaarvutusprogramm koostab raporti, kus tuuakse välja hoone energiakulu küttele, ventilatsioonile ja tarbevee soojendamisele, mis võetakse aluseks energiatõhususarvu vastavate komponentide kalkuleerimisel .

Lisaks uuritakse antud programmi abil kõrghaljastuse mõju hoone energiatarbimisele. Võrreldakse kolme erinevat kõrghaljastuse situatsiooni sama hoone suhtes: kui hoone asub lagedal alal; kui kõrghaljastus asub hoone läänepoolsel küljel; kui kõrghaljastus ulatub ümber hoone idast läände. Projekteeritava hoone kõrghaljastus paikneb hoone suhtes lääneküljes ning kõik lõplikud energiatõhususarvutused on teostatud lähtuvalt antud situatsioonist.

7.2 Kasutatud sisendandmed

Hoone on jagatud neljaks tsooniks tulenevalt hoone piirdetarindite erinevustest. Hoone tsoonide pindala on kokku 219,8 m². Hoone köetav pindala on $A_{\text{köetav}} = 204,7 \text{ m}^2$, millest on vaheseinad maha arvestatud ja mida kasutatakse energiatõhususarvu leidmisel. Välispiirete sisepindala kokku (sh põrandapindala) on $A = 656,2 \text{ m}^2$ ning hoone kubatuur $V = 673,6 \text{ m}^3$

Hoone infiltratsioonist tulenev õhuvahetuskordsus $ACH = 0,04 \text{ 1/h}$ (arvutuskäik välja toodud punktis 6.3.1). Energiaarvutusprogrammi sisestati piirdetarandid, mille erinevad kihid defineeriti andmebaasis olevate materjalidega. Nende andmete põhjal saadi iga piirde soojuslähivus, mille tulemused on toodud tabelis 7.2.

Tabel 7.2 - Piirete soojuslähivus

Konstruksioon	Soojuslähivus $W/(m^2 \cdot K)$
Välissein VS-1	0,14
Põrand P-1	0,18
Katuslagi KL-1	0,11
Katuslagi KL-2	0,12
Vahelagi VL-1	0,1

7.3 Simulatsioon

7.3.1 Infiltratsioon

Hoone dünaamilise simulatsiooni parameetritesse on vajalik sisestada vastav infiltratsiooni õhuvooluhulga väärtus, mis teisendatakse vastavaks õhuvahetuskordsuseks ACH (*Air Changes per Hour*) väärtuseks näitamaks, mitu korda vahetub hoones olev õhk ühe tunni jooksul infiltratsiooni mõjul.

Infiltratsiooni õhuvooluhulk (m^3/h) arvutatakse valemiga (MTM määrus nr 58, §13 punkt 1):

$$q_i = \frac{q_{50} \cdot A}{x}$$

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

kus : q_{50} on hoone välispiirde keskmine õhulekkearv $m^3/(h \cdot m^2)$

A on hoone välispiirete (sealhulgas pöranda) sisepindala kokku m^2

x on tegur, mis 1-korruselisele hoonele on 35

Et näidata, mitu korda vahetub õhk hoones ühe tunni jooksul, jagatakse saadud infiltratsiooni õhuvooluhulk hoone kubatuuriga V .

$$ACH = \frac{q_i}{V}$$

Saadud väärtus sisestatakse energiaarvutusprogrammi IDA ICE infiltratsiooni sektsiooni.

Hoone välispiirde keskmine õhulekkearv q_{50} on väärtus, mis mõjutab oluliselt kogu hoone õhuvahetuskordsuse suurst. Seetõttu teostatakse kolm erinevat infiltratsiooni õhuvooluhulga ja ACH arvutust ning võrreldakse selle mõju kogu hoone netoenergiatarbimisele.

1. Kui $q_{50} = 6 m^3/(h \cdot m^2)$ - baasväärtus uue hoone puhul, mis valitakse vastavalt MTM määrusele nr 58 §9.

$$q_i = \frac{6 \cdot 656,2}{35} = 112,5 m^3/h$$

Õhuvahetuskordaja

$$ACH = \frac{112,5}{671,8} = 0,17 1/h$$

2. Kui $q_{50} = 1 m^3/(h \cdot m^2)$ - väärtus energiatõhusa hoone puhul, kui see on mõõdetud või muul viisil tõendatav vastavalt MTM määrusele nr 55.

$$q_i = \frac{1 \cdot 656,2}{35} = 18,7 m^3/h$$

Õhuvahetuskordaja

$$ACH = \frac{18,7}{671,8} = 0,03 1/h$$

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

3. Kui $q_{50} = 1,5 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ - soovituslik väärtus vastavalt juhendile "Liginullenergia eluhooned. Väikemajad".

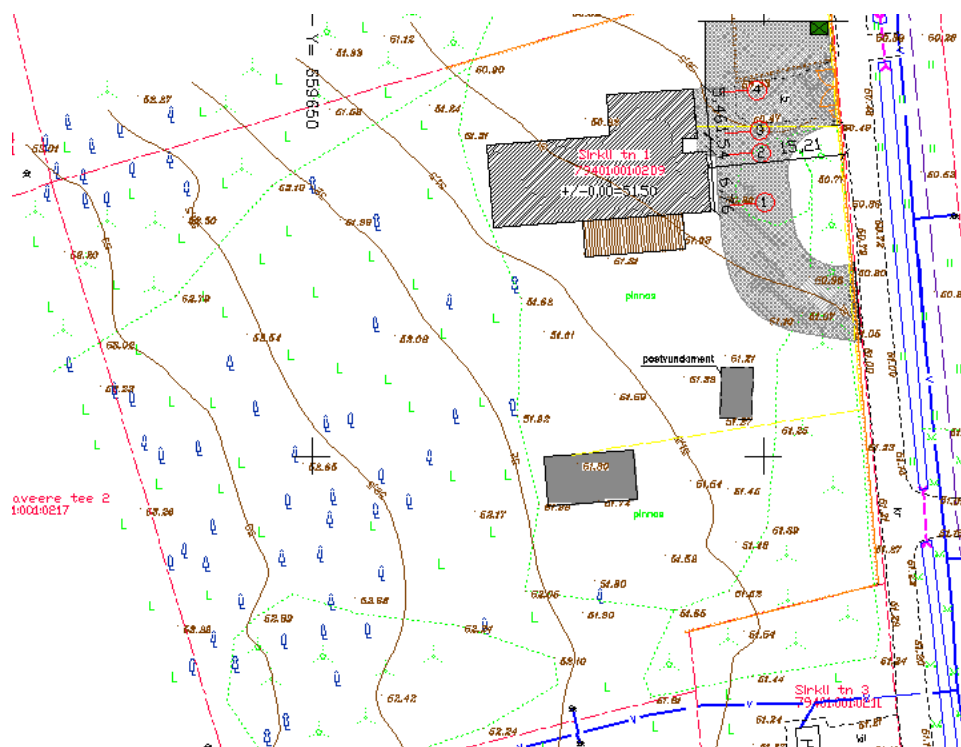
$$q_i = \frac{1,5 \cdot 656,2}{35} = 28,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Õhuvahetuskordaja

$$ACH = \frac{28,1}{671,8} = 0,04 \text{ 1/h}$$

7.3.2 Kõrghaljastuse mõju

Antud töö üks eesmärk on uurida krundil paikneva kõrghaljastuse mõju hoone energiatarbimisele. Projekteeritav hoone asub maa-alal, mis paikneb kohaliku omavalitsuse üldplaneeringu järgi rohealal. Krunt on ligikaudu 40% ulatuses kõrghaljastuse all, mis asendiplaaniliselt katab kogu krundi läänepoolse osa ja lähimad puud jäävad hoonest 8 meetri kaugusele. Puude kõrgus on hinnanguliselt 10 meetrit, tegemist on noorte kasepuudega, mille tüve läbimõõt on ligikaudu 25 cm. Puude paiknemine krundil on näidatud joonisel 7.1.

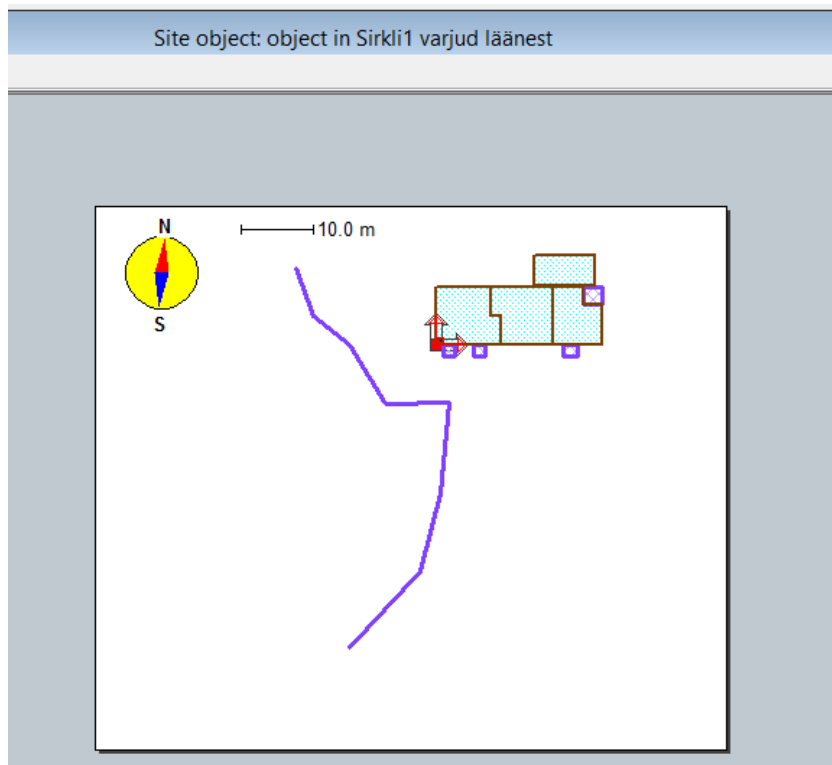


Joonis 7.1 Kõrghaljastuse paiknemine krundil

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

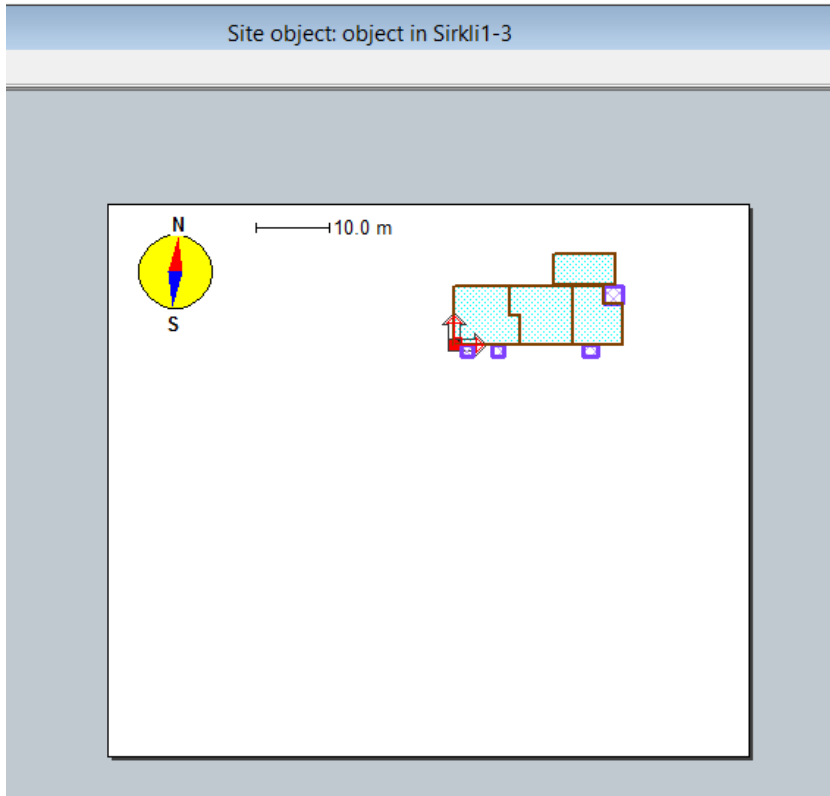
Energiaarvutusprogrammi IDA ICE on sisestatud krundi mõõtmed ning skemaatiliselt puude paiknemine hoone suhtes, moodustades varjestuse kõrgusega 10 meetrit (vt joonis 7.2). Et võrrelda hoone energiatarbimist erinevalt varjutatud aladel, on koostatud energiaarvutusmudel samale elamule veel kahes situatsioonis:

- 1) Joonisel 7.3 on näidatud hoone, mis paikneb legendikul või madala haljastusega alal, kus varjud ei ulatu hooneni.
- 2) Joonisel 7.4 on näidatud hoone, mille ümbruses paiknevad 10 meetri kõrgused puud või muu samade parameetritega varjuheitev element. Varjestuse kaugus jääb hoonest 10 meetri kaugusele ning kulgeb ümber hoone idast-lõuna-lääne küljest.

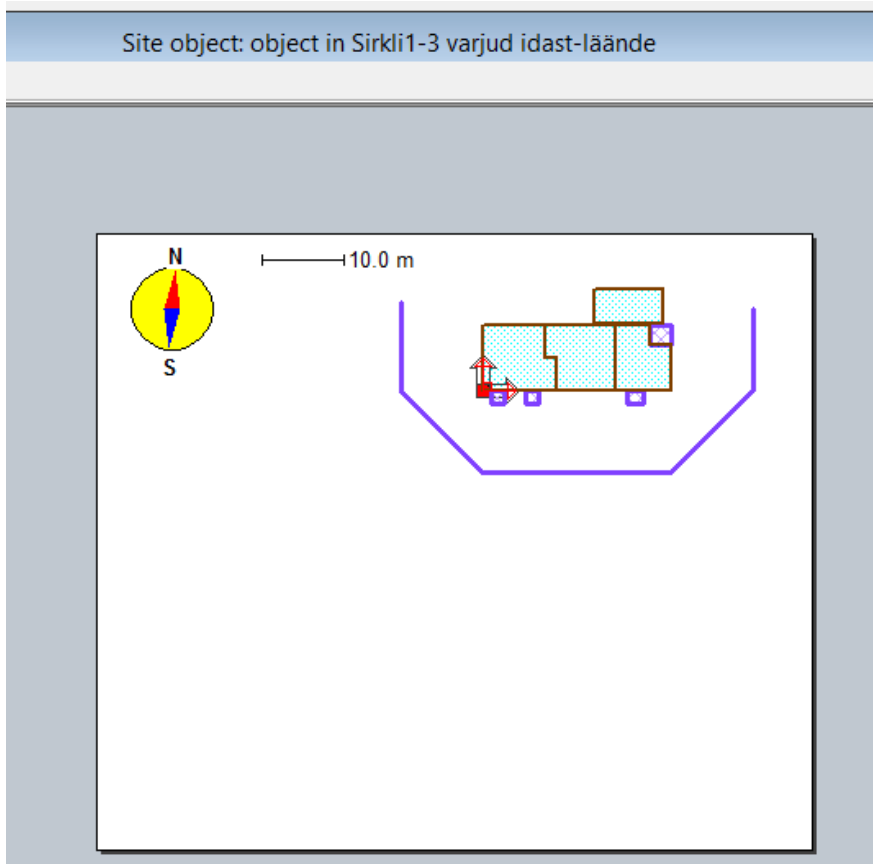


Joonis 7.1 - kõrghaljastus lääneküljes

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused



Joonis 7.2 - Kõrghaljastus puudub



Joonis 7.3 - Kõrghaljastus ümber hoone ida-lõuna-lääne külgedel

7.3.3 Arvutustulemused

Energiaarvutusprogrammi abil teostati 9 erinevat simulatsiooni, milles kombineeriti erinevatest õhulekkearvudest tuletatud infiltratsiooni väärtusi ja hoone paiknemist kõrghaljastuse suhtes. Tabelis 7.3 on välja toodud hoone netoenergiatarbimine kWh/(m²·a), mis sisaldab energiakulu küttele, ventilatsiooniõhu soojendamisele ja tarbevee soojendamisele ning on jagatud hoone köetava pindalaga A_{köetav}. Teostatud simulatsioonide raportid on toodud Lisas 2.

Tabel 7.3 - Hoone energiaarvutuste tulemused, netoenergiavajadus kWh/(m²·a)

Õhulekkearv	Kõrghaljastuse paiknemisskeem		
	Puudub	Läänepoolne küljes	Ida-lõuna-läänepoolne küljes
q ₅₀ = 1 m ³ /(h·m ²)	97,9	100,5	109,0
q ₅₀ = 1,5 m ³ /(h·m ²)	99,4	101,9	110,5
q ₅₀ = 6 m ³ /(h·m ²)	118,5	121,3	130,5

Tulemustest nähtub, et kõrghaljastuse olemasolu ja kaugus hoonest ei mõjuta energiatarbimist märkimisväärselt. Hoone netoenergiatarve kütmisele kasvas ulatusliku varjestusega alal kesktlābi 11% võrrelduna lagedal alal paikneva hoonega.

Olulisem on tähelepanek, et hoone õhulekkearvu väärtuse valik osutub määravamaks energiakulu arvutuste tulemustes. Suurema õhulekkearvu väärtuse q₅₀= 6 m³/(h·m²) juures oli hoone energiatarbimine ligikaudu 20,5% kõrgem kui madalamat väärtust 1 m³/(h·m²) arvestades.

Antud tulemustest saab järeldada, et hoone energiatõhusust mõjutab eelkõige projekteerimisel arvesse võetud sõlmede lahendused, kasutatud materjalid, hoone kompaktsus ning ehitustööde kvaliteet, mis kõik kombineerituna tagavad piisava õhutihedusega hoone. Tõendatud konstruktsioonilahenduste kasutamine hoone projekteerimisel ning õhuvooluhulga mõõtmiste teostamine enne siseviimistlustöödega alustamist annab võimaluse rakendada madalaimat võimalikku õhulekkearvu väärtust.

Edaspidi lähtutakse projekteeritava hoone energiatõhususarvu (ETA) kalkulatsioonides netoenergiatarbimise tulemustest, mis saadi energiaarvutuste simulatsiooni käigus, milles kombineeriti hoone läänepoolses küljes paiknevat haljastust ja õhulekkearvu väärtust 1,5m³/(h·m²) ning simulatsiooni sisendväärtuseks kasutati õhuvahetuskordajat ACH=0,04 1/h.

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

Õhulekkearvu $1,5 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ valimisel lähtuti juhendmaterjali "Liginullenergiahoone projekteerimine. Väikehooned" soovituslikust suurusel. Samuti on hoones kasutatud poorbetoonplokkidest konstruktsioonidele tehtud tootjapoolsed õhulekke katsemõõtmised nii Soomes kui Eestis, mis tõendavad, et antud konstruktsioonilahendusi kasutades ja õigeid ehitusvõtteid järgides saavutatakse piisav õhutihedus. [6]

7.4 Energiratõhususarvu kalkulatsioonid

Energiratõhususarv (ETA) on arvutuslik summaarne tarnitud energiatega kaalutud erikasutus hoone tüüpilisel kasutamisel, millest arvatakse maha summaarne eksporditud energiatega kaalutud erikasutus. [7]

Energiratõhususarvu määramisel võetakse arvesse energiakulu valgustusele, seadmetele, tarbevee soojendamisele, ruumide kütmisele ja jahutamisele.

Majandus- ja tarstuministeeriumi määruse nr 58 kohaselt leitakse energiatõhususarv valemiga:

$$ETA = \frac{\sum_i (E_{tar,i} - E_{eks,i}) f_i}{A_{kõetav}}$$

kus: ETA on energiatõhususarv kWh/(m²·a)

$E_{tar,i}$ on energiakandjaga i tarnitud energia kWh/a

$E_{eks,i}$ on energiakandjaga i eksporditud energia kWh/a

f_i on energiakandja i kaalumistegur

$A_{kõetav}$ on hoone netopindala ehk köetav pindala m²

Käesoleva elamu ainsaks energiakandjaks on elekter, mille kaalumistegur f_i on 2.

Eeltoodud valemi saab lahti kirjutada energiatõhususarvu komponentide kaupa ning on arvutatav valemiga

$$ETA = Q_{kütte} \cdot k + SV + SK + VE + Q_{jah} - ETA_{taastuv}$$

kus $Q_{kütte}$ on hoone kütteeenergia kasutus ruumide kütteks, kWh/(m²·a)

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

k on hoone kütte soojusallika energiakandja kaalumistegur (antud juhul on energiakandjaks elekter, mille kaalumistegur $k=2$)

SV on hoone standardkasutusest tulenev sooja tarbevee ETA komponent, kWh/(m²·a)

SK on hoone standardkasutusest tulenev valgustuse ja seadmete elektrikasutuse ETA komponent, kWh/(m²·a)

VE on ventilatsioonist (ventilaatori elektrikasutus ja ventilatsiooniõhu soojendamine) tulenev ETA komponent, kWh/(m²·a)

Q_{jah} on hoone jahutusenergiakasutus ruumide ülekuumenemise vältimiseks, kWh/(m²·a)

$ETA_{taastuv}$ on lokaalsest energiatootmisest sõltuv kompenseeriv ETA komponent, kWh/(m²·a) [8]

7.4.1 Tarbevee soojendamise ETA komponent

Vastavalt majandus- ja taristuministeeriumi määrusele nr 58 §7 arvestatakse hoone standardkasutusel sooja tarbevee netoenergiavajaduseks 25 kWh/(m²·a), tarbevee soojendamiseks kasutatakse maasoojuspumpa soojusteguriga 2,7 ja elektrienergia kaalumistegur on 2.

$$SV = \frac{25 \cdot 2}{2,7} = 18,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

7.4.2 Valgustuse ja seadmete elektrikasutuse ETA komponent

Vastavalt majandus- ja taristuministeeriumi määrusele nr 58 §6 võrdub valgustuse ja seadmete elektritarbimine energiaarvutustes valgustuse ja seadmete soojuseraldusega. Hoone tüüpilisele kasutamisele vastav valgustuse ja seadmete elektritarbimine on leitav valemiga

$$Q = kP \frac{\tau_d \tau_w}{24 \cdot 7} \frac{8760}{1000}$$

kus k on kasutusaste(valgustuse puhul väärtusega 0,1 ja seadmete puhul väärtusega 0,6)

P on soojuseraldus, W/m² (valgustusele kehtiv väärtus 8 W/m² ja seadmetele 2,4 W/m²)

τ_d on hoone kasutustundide arv ööpäevas, h (elamul 24 h)

τ_w on hoone kasutuspäevade arv nädalas, d (elamul 7 d)

Elektritarbimine valgustusele:

$$Q_{valgustus} = 0,1 \cdot 8 \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{7}{7} \cdot \frac{8760}{1000} = 7 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$$

Elektritarbimine seadmetele:

Vastavalt määruse §6 punktile 3 saadakse elamu seadmete elektritarbimine seadmete soojuseralduse jagamiselt teguriga 0,7.

$$Q_{seadmed} = 0,6 \cdot \frac{2,4}{0,7} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{7}{7} \cdot \frac{8760}{1000} = 18 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$$

Hoone valgustuse ja seadmete ETA komponent elektri kaalumisteguri 2 korral:

$$SK = (7 + 18) \cdot 2 = 50 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$$

7.4.3 Ventilatsiooni ETA komponent

Ventilatsiooni ETA komponent koosneb ventilatsiooniõhu soojendamisele kulunud energiast ja ventilaatorite elektritarbimisest.[7] Hoone netoenergiatarve ventilatsioonisüsteemile saadi simulatsiooni tulemustest, kus välisõhu vooluhulgaks määrati 0,42 l/(s·m²) ning ventilatsioonisüsteem on soojustagastiga, mille temperatuuri suhtarv on 0,8. Aastaseks netoenergiatarbimiseks arvestatakse 1610 kWh/a ventilatsiooniõhu soojendamisele ning 1592,4 kWh/a ventilaatorite elektritarbimisele.

Ventilatsiooni ETA komponent elektri kaalumisteguri 2 korral:

$$VE = \frac{1610 + 1592,4}{204,6} \cdot 2 = 31,30 \text{ kWh}/(m^2 \cdot a)$$

7.4.4 Ruumide kütte ETA komponent

Energiaarvutuste abil leiti ruumide kütmiseks vajalik netoenergiavajadus. Küttesüsteemi energiakasutus saadakse netoenergiavajaduse jagamisel küttesüsteemi kasuteguriga.

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

Projekteeritavat hoonet köetakse maasoojuspumba abil, mille soojustegur on 3,6. Eluruumides on energijaotajaks põrandaküte teguriga 0,85 ja garaažis-tehnoruumis radiaatorküte teguriga 0,97 lähtudes majandus- ja taristuministeriumi määrusest nr 58 §14.

Simulatsiooni abil kalkuleeritud ruumide kütte netoenergiavajadus on 13757,3 kWh/a, mis jagatuna hoone köetava pindalaga võrdub 67,24 kWh/(m²·a).

Garaaži ja tehnoruumi köetav pindala on kokku 35,4 m², mille aastane energiakulu kütmisele on

$$Q_{\text{garaaž,tehn.r}} = \frac{67,24 \cdot 35,4}{3,6 \cdot 0,97} = 681,64 \text{ kWh/a}$$

Eluruumide köetav pindala on kokku 169,2 m², mille aastane energiakulu kütmisele on

$$Q_{\text{eluruumid}} = \frac{67,24 \cdot 169,2}{3,6 \cdot 0,85} = 3717,98 \text{ kWh/a}$$

Kogu hoone ruumide kütte ETA komponent, kui elektri kaalumistegur on 2:

$$Q_{\text{küte}} = \frac{Q_{\text{garaaž,tehnor}} + Q_{\text{eluruumid}}}{A_{\text{köetav}}} \cdot 2 = \frac{681,64 + 3717,98}{204,6} \cdot 2 = 43,0 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

7.4.5 Eksporditud energia ETA komponent

Projekteeritava hoone energiakasutuse kompenseerimiseks planeeritakse kasutada päikesepaneele nimivõimsusega 6 kW. Need paigaldatakse lõunasuunaliselt 45° nurga all maapinnal paiknevale raamistikule krundi lõunapoolsesse külge, kuhu ei ulatu kõrgete puude ega naaberehitiste varjud.

Vastavalt majandus- ja taristuministeriumi määrusele nr 58 §28 arvutatakse päikesepaneelidega toodetud aastane elektrienergia valemiga

$$E_{\text{pan}} = \frac{Q_{\text{päike}} \cdot P_{\text{max}} \cdot k_{\text{kas}}}{I_{\text{ref}}}$$

Sirkli 1 ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt ja energiatõhususarvutused

- kus E_{pan} on päikesepaneeliga toodetud aastane elektrienergia, kWh/a
 $Q_{päike}$ on päikesepaneeli pinnale tulev aastane päikeseenergia, kWh/a
 P_{max} on päikesepaneeli maksimaalne võimsus standardtingimustel ($I_{ref} = 1 \text{ kW/m}^2$, temperatuur 25°), kW
 k_{kas} on tegur, mis arvestab päikesepaneeli kasutustingimusi (antud juhul mõõduka tuulutuse korral $k_{kas} = 0,75$)
 I_{ref} on standardkiirgus 1 kW/m^2

Päikesepaneeli pinnale tulev aastane elektrienergia leitakse valemiga

$$Q_{päike} = 960 \cdot k_{ik} \cdot k_{nurk}$$

- kus 960 on horisontaalpinnale langev aastane päikesekiirgus, kWh/(m²·a)
 k_{ik} on tegur, mis arvestab päikesepaneeli suunatust ilmakaarte suhtes (lõunasuunaliselt on tegur $k_{ik} = 1,0$)
 k_{nurk} on tegur, mis arvestab päikesepaneeli kaldenurka horisondi suhtes (45° kaldenurga korral tegur $k_{nurk} = 1,2$)

Antud tegureid ja päikesepaneelide nimivõimsust arvesse võttes, saab arvutada toodetud aastase elektrienergia:

$$E_{pan} = \frac{960 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,75}{1} = 5184 \text{ kWh/a}$$

Sellele vastav eksporditud energia ETA komponent elektri kaalumisteguri 2 korral on

$$ETA_{taastuv} = \frac{E_{pan}}{A_{kõetav}} \cdot 2 = \frac{5184 \cdot 2}{204,6} = 50,7 \text{ kWh/(m}^2 \cdot \text{a)}$$

7.4.6 Ruumide jahutuse ETA komponent

Projekteeritavasse hoonesse pole jahutusseadmeid ette nähtud. Hoone päikesevarjestus on lahendatud peamiselt arhitektuursete konstruktsioonilahendustena ning ruumide jahutamine toimub läbi avatavate akende. Seega $Q_{jah} = 0$

7.4.7 Energiatõhususarv ETA lõplik väärtus

Asetades saadud ETA komponendid energiatohususe arvutusvalemisse, saab arvutada lõpliku hoone energiatohususarvu:

$$ETA = Q_{küte} \cdot k + SV + SK + VE + Q_{jah} - ETA_{taastuv} = 43,0 + 18,5 + 50 + 31,3 - 50,7 = \\ = 92,1 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Saadud energiatohususarv 92,1 kWh/(m²·a) on väiksem, kui lubatav 100 kWh/(m²·a), seega on energiatohususe miinimumnõuded täidetud.

7.5 Suvise ruumitemperatuuri kontroll

Projekteeritavasse hoonesse pole ette nähtud jahutusseadmeid.

Antud elamu üheks kriitilisemaks tsooniks on köök-elutuba, mille akende osakaal seinapindalast on lõunasuunal 38,4%, ületades määruses nr 55 §11 punktis 9 toodud tingimusi. Samuti puuduvad nende akende kohal konstruktsioonilised päikesevarjestused. Seetõttu on vajalik simulatsiooniprogrammi abil teostada suvise ruumiõhu temperatuuri kontroll.

Vastavalt samas määruses toodud lisale on elamus jahutuse seadeväärtus 27°C. Suvise ruumitemperatuuri nõue loetakse täidetuks, kui ruumitemperatuur ei ületa antud piirtemperatuuri rohkem kui 150 kraadtundi (°Ch) ajavahemikul 1. juuni kuni 31. august.

Teostatud simulatsioonist nähtub, et kriitilise tsooni ruumitemperatuur on ületanud 27°C piirtemperatuuri 52,9 °Ch. Hoone teistes tsoonides püsivad ruumide temperatuurid piirtemperatuuridest madalamad. Seega on suvise ruumitemperatuuri nõue kogu hoones rahuldatud.

8 KOKKUVÕTE

Käesoleva tööga koostati Sirkli tn 1 elamukrundile ühepereelamu arhitektuurne põhiprojekt, mis vastab tellija ootustele ning kehtestatud detailplaneeringu tingimustele. Hoone kavandamisel lähtuti liginullenergiahoone projekteerimise põhimõtetest, mille järgimisel saadakse õhutihe ja külmasildadevaba ehitis.

Lisaks teostati vastavalt hoone parameetritele energiaarvutused, kasutades energiaarvutustarkvara IDA ICE. Kombineerides kolme erinevat õhulekkearvu väärtust ja kolme erinevat kõrghaljastuse situatsiooni, teostati tarkvara abil 9 erinevat simulatsiooni ja võrreldi tulemusi. Antud tulemustest lähtuvalt võib järeldada, et hoone projekteerimine kõrge määraga kõrghaljastatud piirkonda on edukalt teostatav ja puude eemaldamine energiatõhususe tõstmise eesmärgil ei anna olulist efekti. Hoone energiatarbimist mõjutas ligi kaks korda rohkem õhulekkearvu väärtuse valik - mida õhutihedam on ehitis, seda vähem on soojakadusid. Selleks, et võimaldada kasutada madalama väärtusega õhulekkearvu, on tarvis projekteerimisel lähtuda juba läbi katsetatud ja hästitoimivaid konstruktsiooide ja sõlmede lahendustest.

Lõpetuseks arvutati välja projekteeritava hoone energiatõhususarv (ETA), mille väärtuseks saadi 92,1 kWh/(m²·a), mis vastab väikeelamule, mille köetav pindala jääb vahemikku 120-220 m², kehtima hakkavale energiatõhususe miinimumäärale, mis hakkab olema kuni 100 kWh/(m²·a). Kui soovida energiatõhususarvu vastavust hetkel kehtivale piirmäärale, milleks on 50 kWh/(m²·a), on see edaspidi teostatav päikesepaneelide nimivõimsuse tõstmisega.

LISAD

LISA 1 Graafiline osa

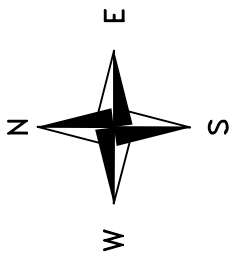
Joonise nr	Joonise nimetus	Mõõtkava
1	Asendiplaan	1:500
2	Korruse plaan	1:100
3	Löige 1-1	1:100
4	Löige 2-2	1:100
5	Vundamendi plaan	1:100
6	Katusekandjate plaan	1:100
7	Vaade idast	1:100
8	Vaade põhjast	1:100
9	Vaade läänest	1:100
10	Vaade lõunast	1:100
11	Avatäidete spetsifikatsioon - aknad	1:100
12	Avatäidete spetsifikatsioon - ukсед	1:100
13	Välissein VS-1	1:20
14	Välissein VS-2	1:20
15	Vahelagi VL-1	1:20
16	Katuslagi KL-1	1:20
17	Katuslagi KL-2	1:20
18	Katuslagi KL-3	1:20
19	Põrand P-1	1:20
20	Sõlm S1	1:20
21	Sõlm S2	1:20
22	Sõlm S3	1:20
23	Sõlm S4	1:20
24	Sõlm S5	1:20
25	Sõlm S6	1:20
26	Sõlm S7	1:20
27	Aken välisseinas	1:20

LISA 2 Energiaarvutuste tulemuste raportid

- Raport 1: Hoone lagedal alal, ACH = 0,17
Raport 2: Hoone lagedal alal, ACH = 0,04
Raport 3: Hoone lagedal alal, ACH = 0,03
Raport 4: Hoone varjutatud lääneküljest, ACH = 0,17
Raport 5: Hoone varjutatud lääneküljest, ACH = 0,04
Raport 6: Hoone varjutatud lääneküljest, ACH = 0,03
Raport 7: Hoone varjutatud ida-lõuna-lääneküljest, ACH = 0,17
Raport 8: Hoone varjutatud ida-lõuna-lääneküljest, ACH = 0,04
Raport 9: Hoone varjutatud ida-lõuna-lääneküljest. ACH = 0,03

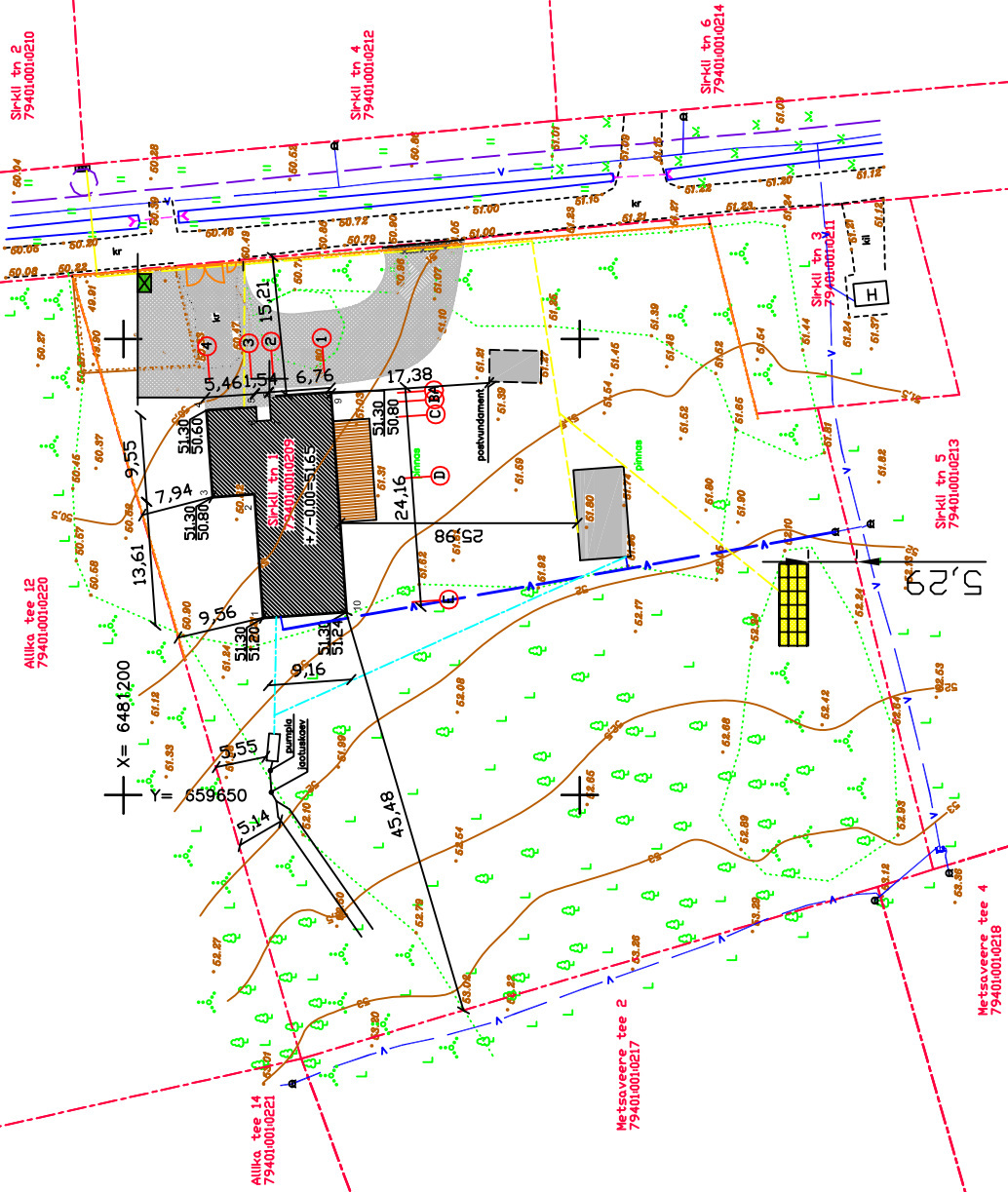
9 KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Siseministeeriumi määrus nr 17 "Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele"
2. https://www.weber.ee/uploads/tx_weberproductpage/DoP_Fibo_korsten_01.pdf
3. Küttesüsteemide tuleohutus (Päästeamet, aprill 2018)
4. Majandus- ja taristuministeeriumi määrus nr 55 "Hoone energiatõhususe miinimumnõuded"
5. Hoonete energiatõhususe direktiivi uustöötlus ja eesmärkide uuendamine. (Margus Tali, Teadmistepõhine ehitus 2018 konverentsi ettekanne)
6. <https://bauroc.ee/infomaterjalid/ehitusfuusika/hoone-ohutihedus-ja-selle-mootmine/>
7. Majandus- ja taristuministeeriumi määrus nr 58 "Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika"
8. Liginullenergiahoone projekteerimine. Väikeelamu (TTÜ Ehituse ja Arhitektuuri Instituut, Tallinn 2017)



Punkt	X	Y
1	659669,4	6481184,7
2	659683,0	6481185,6
3	659682,7	6481190,2
4	659692,2	6481190,9
5	659692,6	6481185,5
6	659691,0	6481185,3
7	659691,1	6481183,8
8	659693,7	6481184,0
9	659694,2	6481177,3
10	659670,1	6481175,5

- Kruundi piir
- Projekteeritav elamu
- Olemasolev abihoone
- Projekteeritav maapinna kõrgus
- Olemasolev maapinna kõrgus
- Põldimaja
- Silluts
- Veetorstik
- Kanalisatsioonitorustik
- Elektrikabel
- Põlkesepaneelide ala
- Puidust piirdeed



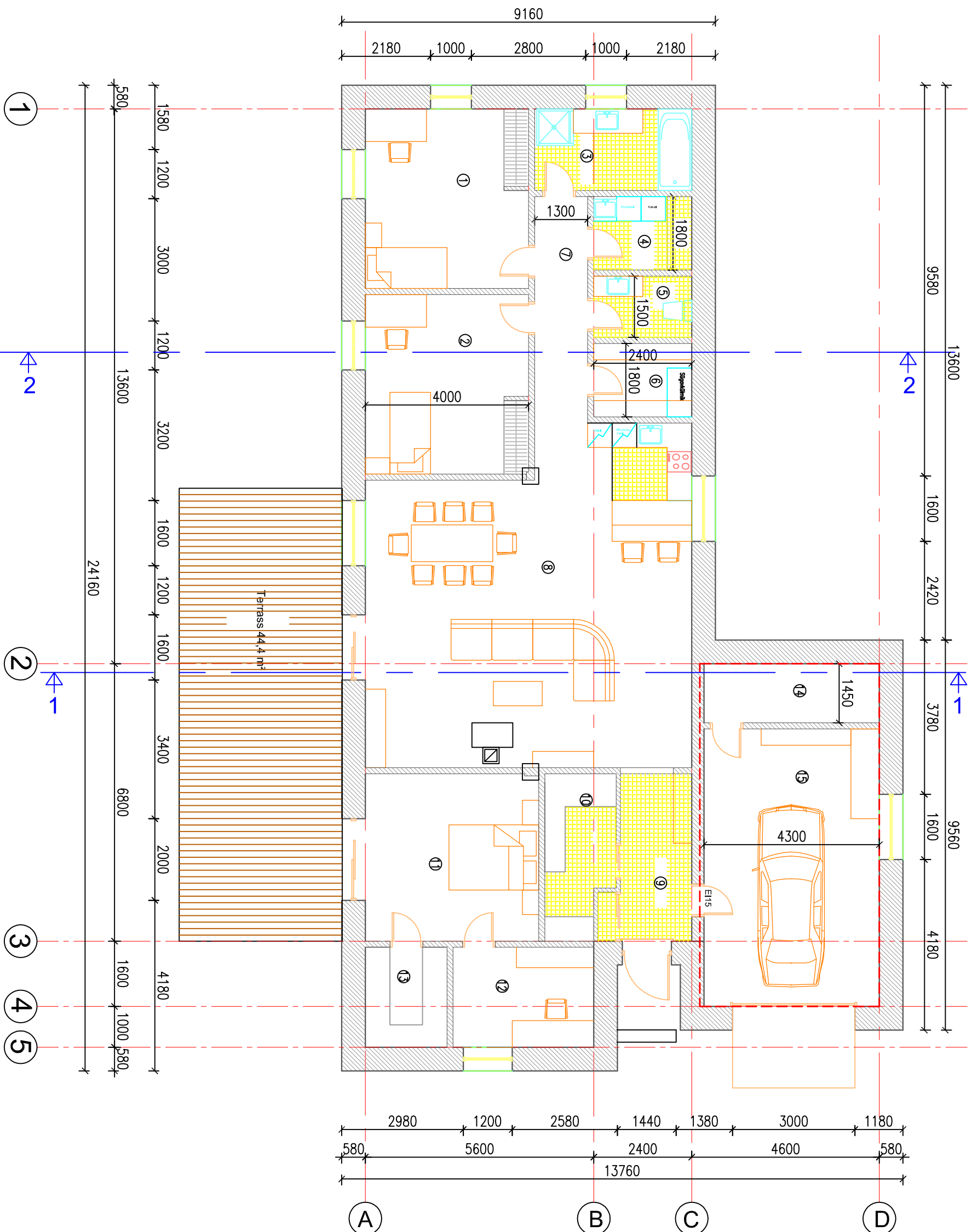
Koostas: Mariliis Mikk	Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu v. ühepereelamu
Üliõpilaskood: 092620EAEI	Mõõtkava 1:500
Juhendaja: Jiri Tintera	Joonis: Asendiplaan
	Töö staadium: Kuupäev: Joonise nr: Arhitektuurne 28.05.2018 1

Märkused:
 Enne kaevetööde teostamist läpsustada maa-aluste tehnovõrkude asukohad.
 Katastrirüskuse piirid kantud plaanile Maaameti ruumandmeteenuste büroost saadud andmete põhjal 27.09.2017 a seisuga.
 Kihil "PILJ" esitatud piirjoonte asukohad on informatiivsed

— riiklikult kehtestatud geodeetilises süsteemis moodistatud piir

Joonise koostamisel kasutatud teostusmoodistused:
 Maainsener OÜ töö nr. GEO 4760 - Sirkli tänava veeühenduse teostusmoodistus
 Geopartner OÜ töö nr. GEO 16-752 - Sirkli tn 6. elektrivarustuse teostusmoodistus

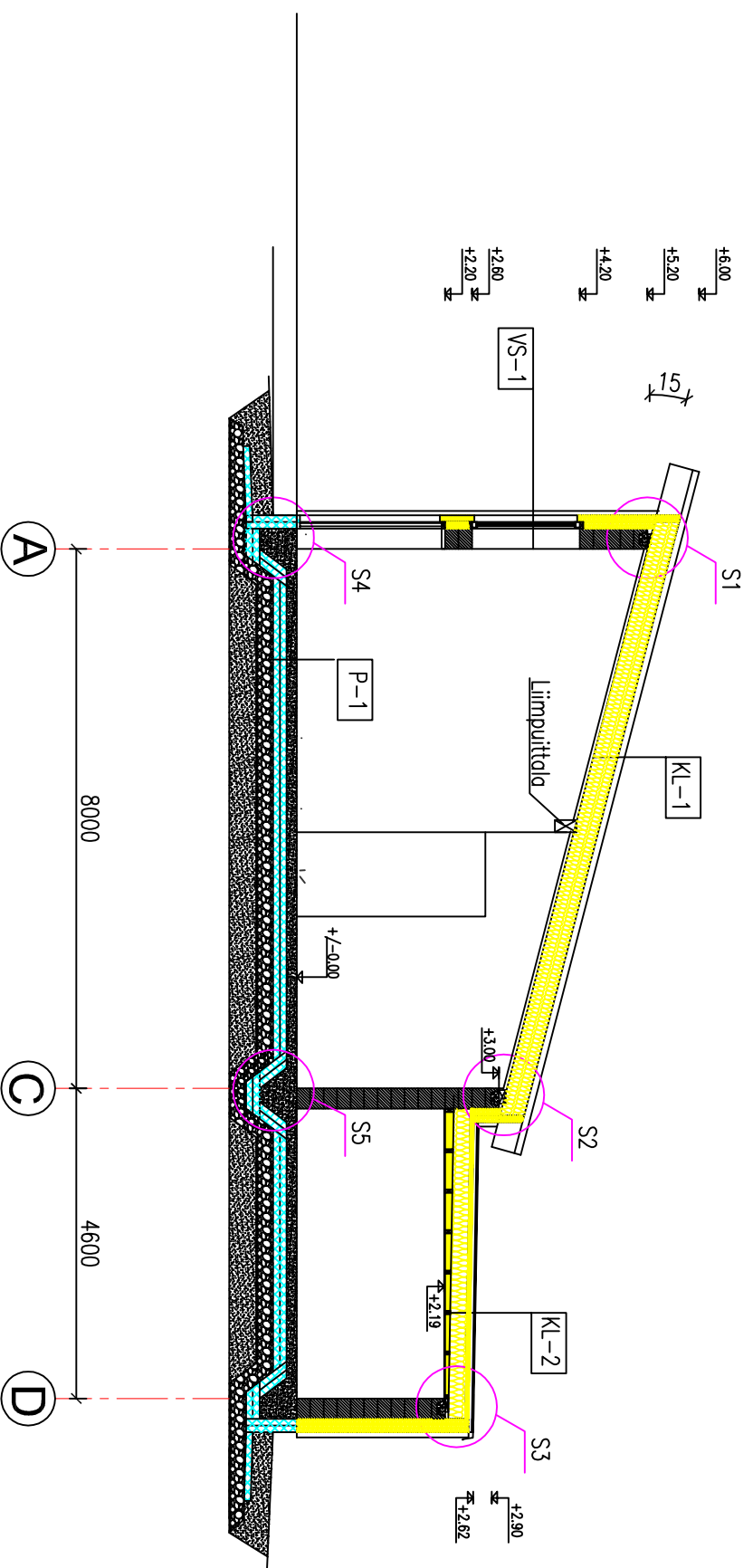
 Võru tn 79, Tartu 50112 tel: +372 736 2382 faks: +372 736 2748 e-mail: elker@elker.ee		Geodeetiline alusplaan	
		Tartu vald Lombi küla Sirkli tn 1	
Töö nr.	Tartuv-191-GA	Möödistusaeag:	05.10.2017
Koostas:	Jalmar Häelme	09.10.2017	Lehti 1
Kontrollis:	Peep Krünvald	09.10.2017	Leht 1
Koordinaadid L-Est97 süsteemis	Kõrgused BK77 süsteemis	Möötkava	1:500



Ruumide eksplikatsioon

Tähis plaanil	Nimetus	Pindala
1	Magamistuba	17,6 m ²
2	Magamistuba	17,6 m ²
3	Vannituba	7,7 m ²
4	Majapidamisruum	4,3 m ²
5	WC	3,6 m ²
6	Sahver	4,3 m ²
7	Koridor	7,2 m ²
8	Köök-elutuba	61,8 m ²
9	Esik	7,8 m ²
10	Garderoob	6,5 m ²
11	Magamistuba	17,4 m ²
12	Kontor	8,5 m ²
13	Garderoob	4,9 m ²
14	Tehnoruum	6,2 m ²
15	Garaaž	29,2 m ²
	KOKKU	204,6 m ²

Koostas: Mariiis Mikk		Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald	
Ühiooplaskood: 092620EAEI		ühpereeldmu	
Juhendaja: Jiri Tintera	Möötkava: 1:100	Joonis: Korruse plaan	
	Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt	Kuupäev: 28.05.2018	Joonise nr: 2



Koostas: Mariiis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühpereeldamu

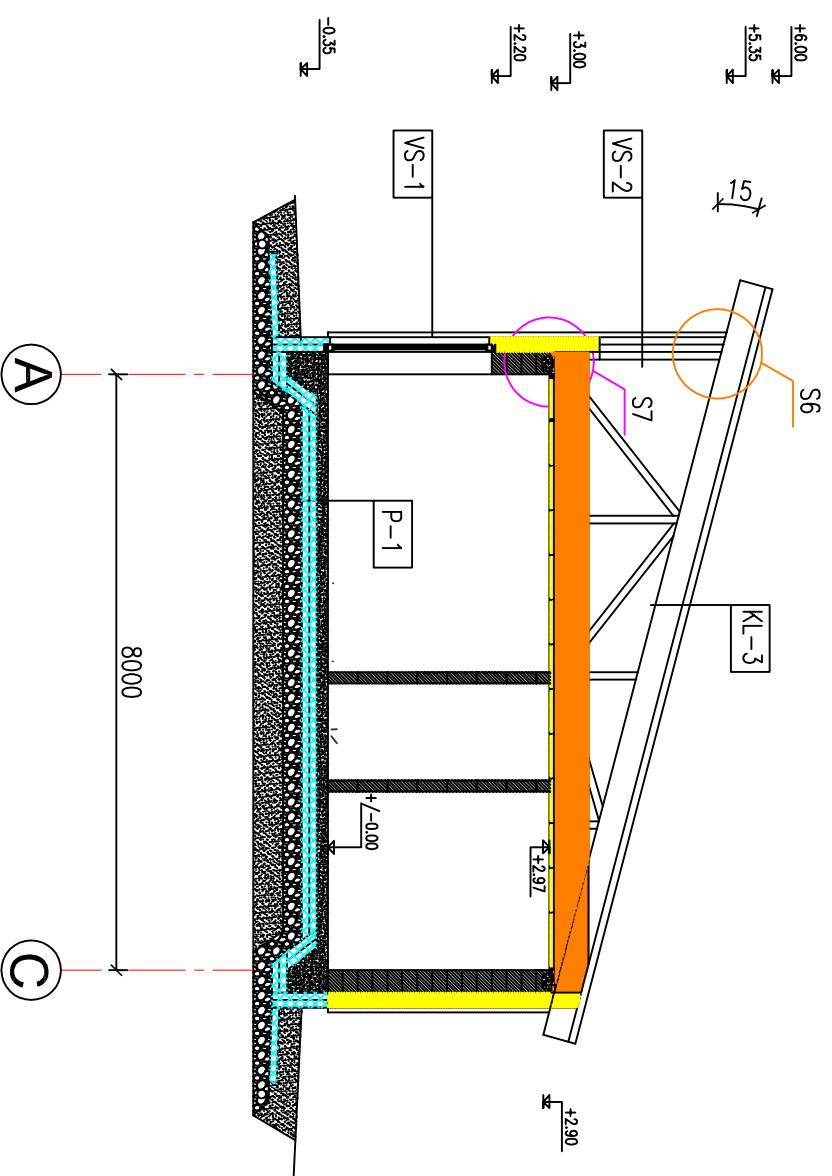
Mõõtkava:
1:100

Joonis:
Lõige 1-1

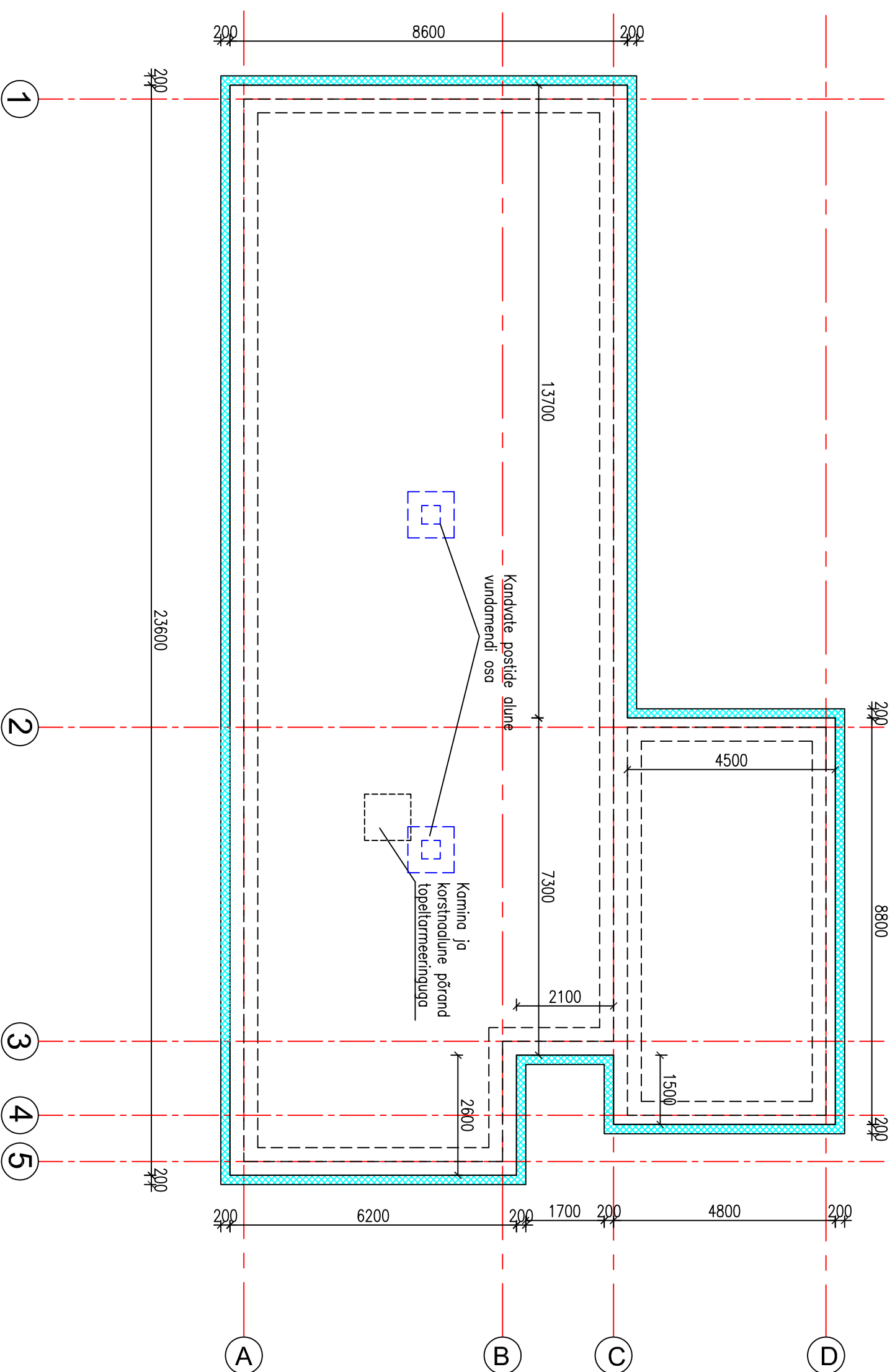
Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
3



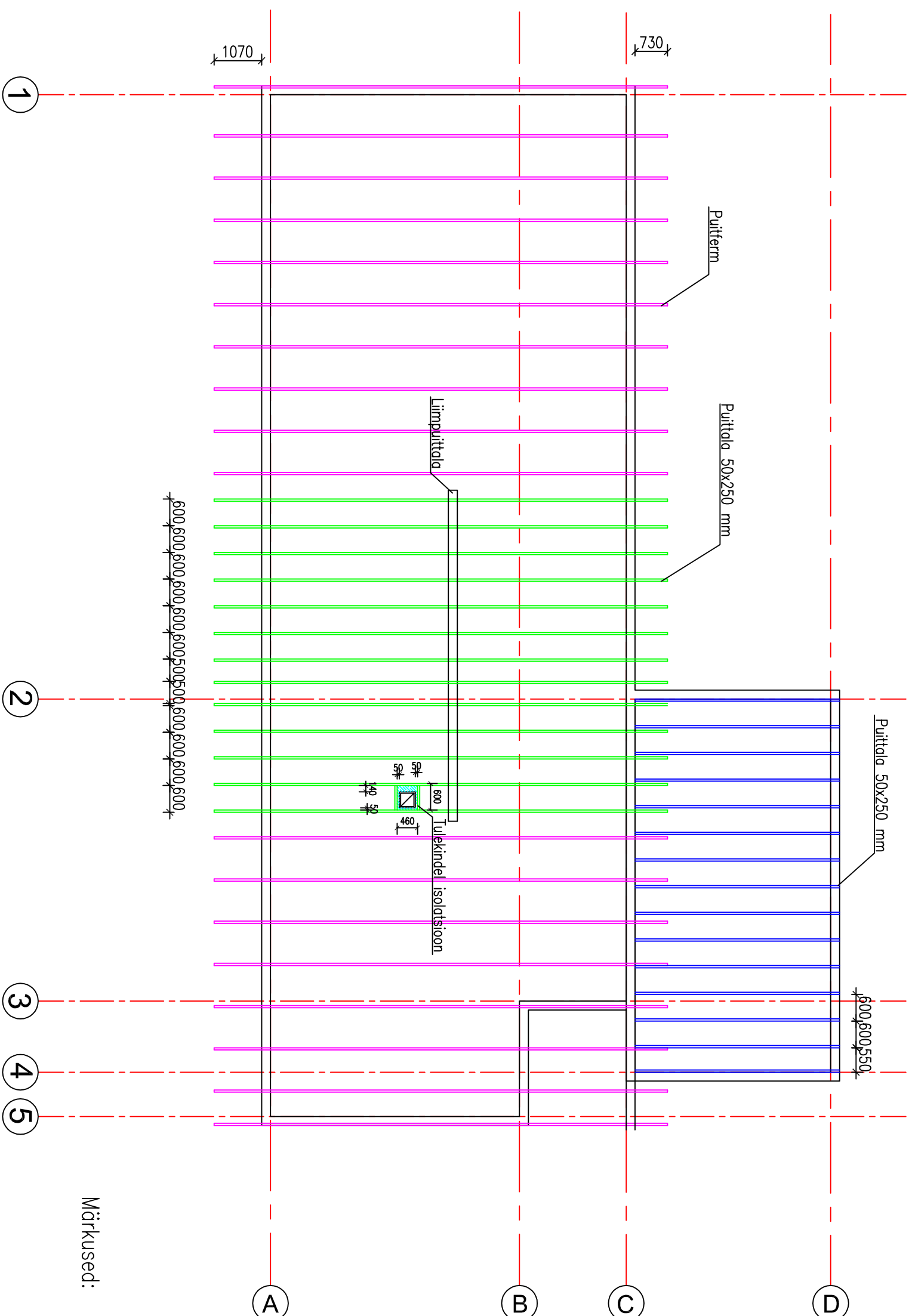
Koostas: Mariiis Mikk		Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald	
Üliõpilaskood: 092620EAEI		ühpereeldamu	
Mõõtkava: 1:100	Joonis: Lõige 2-2		
Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt	Kuupäev: 28.05.2018	Joonise nr: 4	
Juhendaja: Jiri Tintera			



Koostas: Mariiis Mikk
 Üliõpilaskood: 092620EAEI

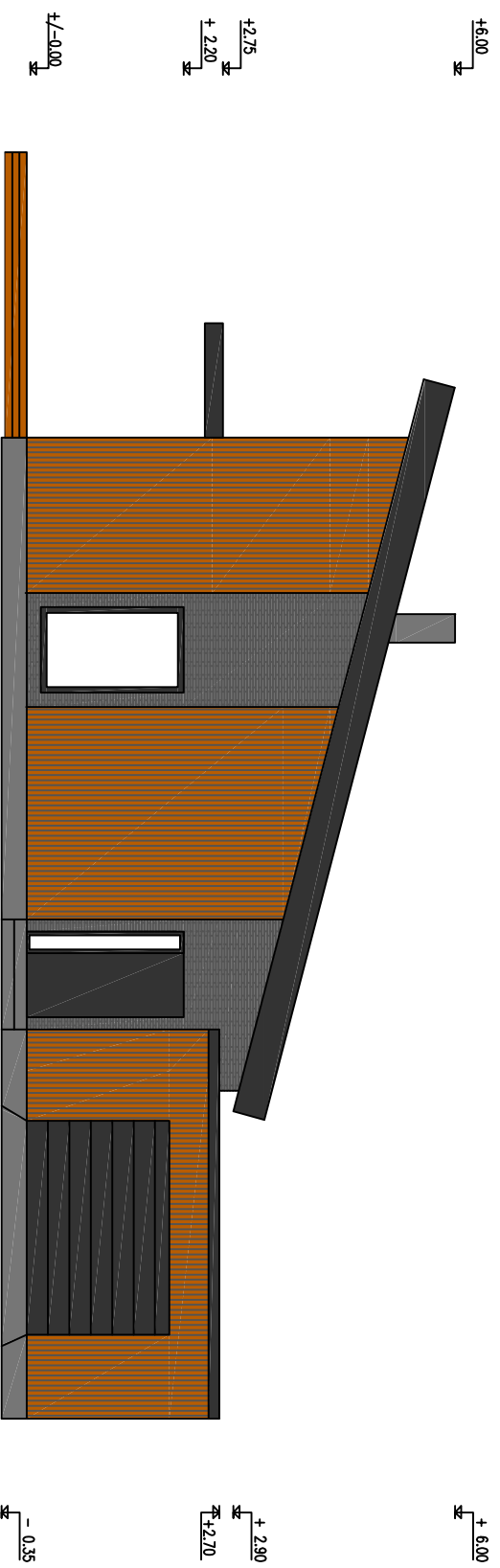
Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
 ühepereelamu

Juhendaja: Jiri Tintera
 Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt
 Mõõtkava: 1:100
 Joonis: Vundamendi plaan
 Kuupäev: 28.05.2018
 Joonise nr: 5



- Märkused:
1. Puitfermide samm täpsustada konstruktiivses projektis
 2. Limpuitjala ristlõige täpsustada konstruktiivses projektis

Koostas: Mariiis Mikk		Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald	
Üliõpilaskood: 092620EAEI		ühpereeldamu	
Möötkava: 1:100		Joonis:	Katusekandjate plaan
Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt		Kuupäev: 28.05.2018	Joonise nr: 6
Juhendaja: Jiri Tintera			



Materjalid ja värvistus:

- Fassaad:**
 – vertikaalne laudis, immutatud puidukaitsega Värvus: tumepruun
 – dekoratiiv-looduskivi Värvus: graniithall

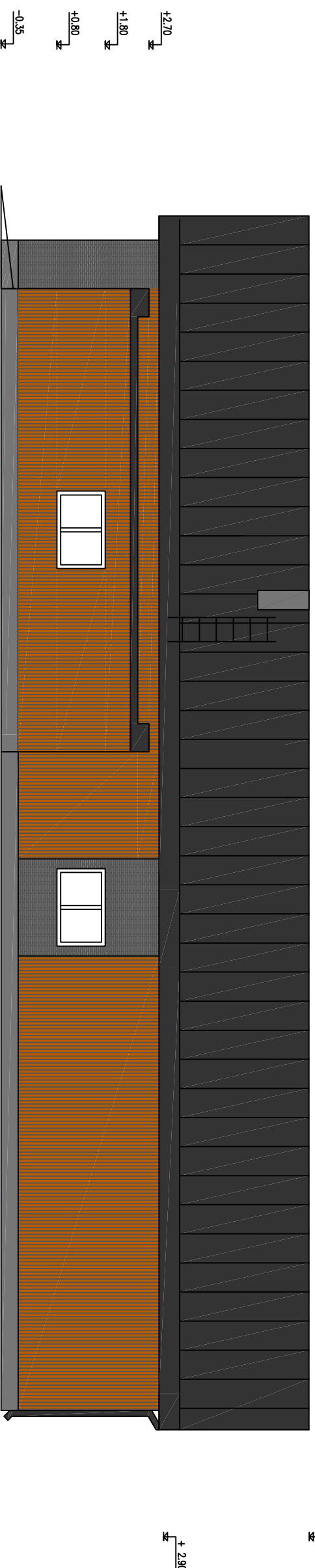
- Sokkel:**
 – soklikohv + värv Värvus: hall, RAL 7023

- Auditiid:**
 – 3-kordse klaaspaketiga puitaknad ja terrassikused Värvus: antratsiinhall, RAL 7016
 – välisüks soojustatud puitüks Värvus: antratsiinhall, RAL 7016
 – garaazüks Värvus: antratsiinhall, RAL 7016

- Kalusekide ja veepiletid:**
 – katuse Classic-profiil sileplek Värvus: tumehall, RR23
 – rööstoplekid tumehallid, RR23
 – vihmaveesüsteem tumehall, RR23

- Korsten:**
 – Kohn+iviv Värvus: hall, RAL 7023

Koostas: Mariiis Mikk		Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald	
Üliõpilaskood: 092620EAEI		ühpereeldamu	
Mõõtkava: 1:100		Joonis: Vaade idast	
Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt	Kuupäev: 28.05.2018	Joonise nr: 7	
Juhendaja: Jiri Tintera			



Materjalid ja viimistlus:

- Fassaad:**
 – vertikaalne laudis, immutatud puuduukatsesõliga Värvus: tumepuun
 – dekoratiiv-looduskivi Värvus: grafiithall

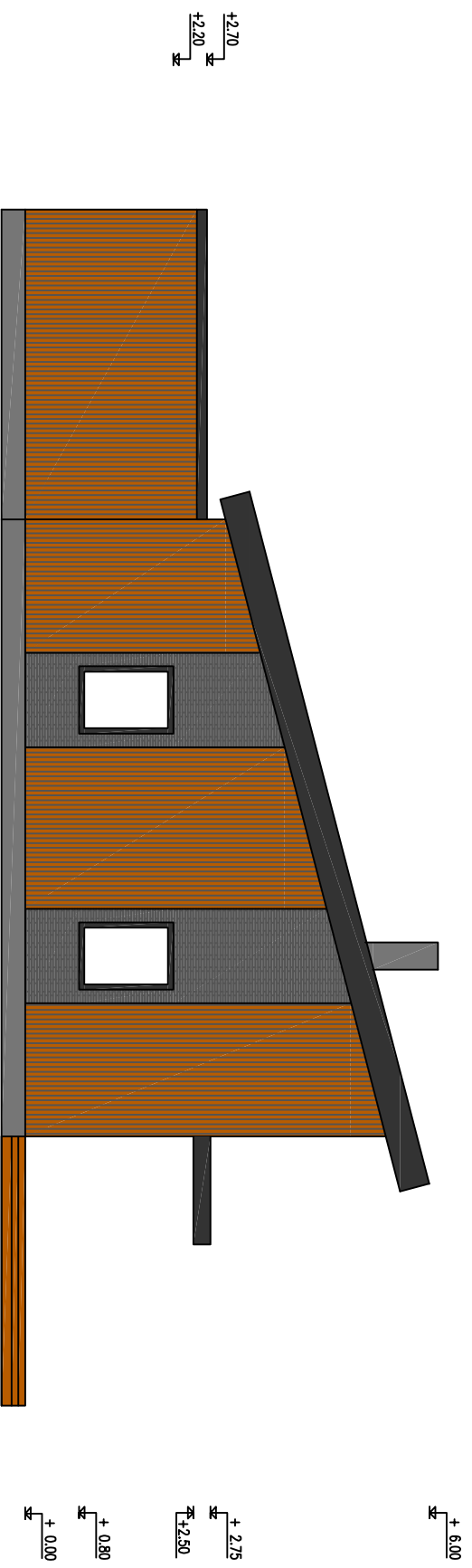
- Säkel:**
 – salkivõlv + värv Värvus: hall, RAL 7023

- Austlited:**
 – 3-kordse klaaspaketiga püüdnud ja terrassilused Värvus: antratsiinhall, RAL 7016
 – välisüks soojustatud puitüks Värvus: antratsiinhall, RAL 7016
 – garaazilüks Värvus: antratsiinhall, RAL 7016

- Katuselaud ja veepelk:**
 – katuse Classic-profiil siltepelk Värvus: tumehall, R23
 – rööstapõlkeid tumehallid, R23
 – vihmavesisüsteem tumehall, R23

- Korsien:**
 – Kõnnivärv Värvus: hall, RAL 7023

Koostas: Mariiis Mikk		Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald	
Üliõpilaskood: 092620EAEI		ühpereeldamu	
Möötkava: 1:100		Joonis:	Vaade põhjast
Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt		Kuupäev: 28.05.2018	Joonise nr: 8
Juhendaja: Jiri Tintera			



Materjalid ja viimistlus:

- Fassaad:**
 – vertikaalne laudis, immutatud puidukaitsesõliga Värvus: tumepruun
 – dekoratiiv-laudsikiiv Värvus: gröffthall

- Sokkel:**
 – sokkikoiv + viiv Värvus: hall, RAL 7023

- Aukäited:**
 – 3-kordse klaaspakkega puitkand ja terrassiklaas Värvus: ahtrastihall, RAL 7016
 – välisus soojustatud puituks Värvus: ahtrastihall, RAL 7016
 – garaaziluks Värvus: ahtrastihall, RAL 7016

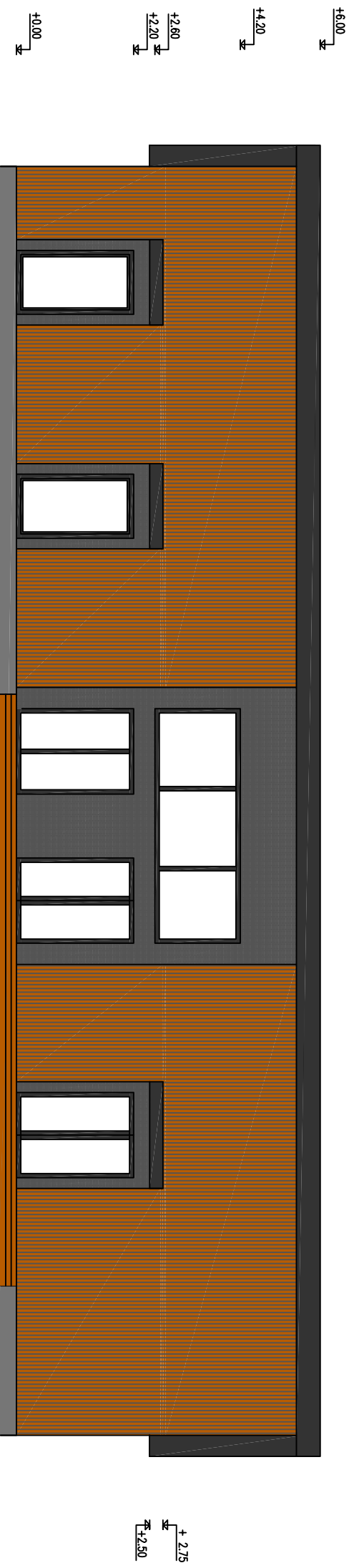
Kalusekate ja veepilekt:

- katuse Classic-profiil siiepilekt Värvus: tumehall, RR23
 – rõstispilektid tumehallid, RR23
 – vihmaveesüsteem tumehall, RR23

Korsten:

- Kõhn+viiv Värvus: hall, RAL 7023

Koostas: Mariiis Mikk		Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald	
Üliõpilaskood: 092620EAEI		ühpereeldamu	
Möötkava: 1:100		Joonis:	Vaade läänest
Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt		Kuupäev: 28.05.2018	Joonise nr: 9
Juhendaja: Jiri Tintera			



Materjalid ja viimistlus:

- Fassaad:**
 – vertikaalne laudis, immutatud puidukaitsesiga Värvus: tumepuun
 – dekoratiiv-looduskivi Värvus: grafitihall

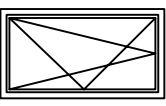
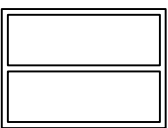
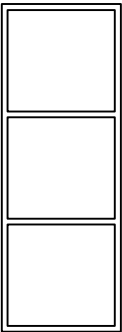
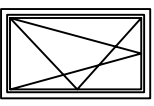
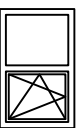
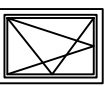
- Säkel:**
 – salkikrohv + värv Värvus: hall, RAL 7023

- Auditiid:**
 – 3-kordse klaaspaketiga püüdnud ja terrassilised Värvus: ahtrastihall, RAL 7016
 – välisüks soojustatud puitüks Värvus: ahtrastihall, RAL 7016
 – geroalüks Värvus: ahtrastihall, RAL 7016

- Katuselate ja veepikid:**
 – katuse Classic-profiil silepekk Värvus: tumehall, RR23
 – rõstisoppeid tumehallid, RR23
 – vihmaveesüsteem tumehall, RR23

- Korsien:**
 – krohv+värv Värvus: hall, RAL 7023

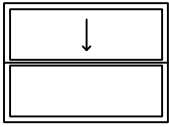
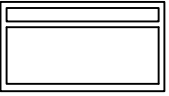
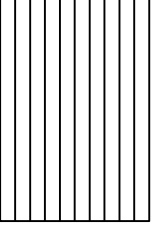
Koostas: Mariiis Mikk		Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald	
Üliõpilaskood: 092620EAEI		ühpereeldamu	
Mõõtkava: 1:100		Joonis:	Vaade lõunast
Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt		Kuupäev: 28.05.2018	Joonise nr: 10
Juhendaja: Jiri Tintera			

Avatäite tähis	Joonis	Ava mõõdud	Kogus	Avanevus	Värvus
A-01		1200x2200 mm	2 tk	Vastavalt skeemile	Seest: valge Väljast: antratsiithall (RAL 7023)
A-02		1600x2200 mm	1 tk	Ei avane	Seest: valge Väljast: antratsiithall (RAL 7023)
A-03		4400x1600 mm	1 tk	Ei avane	Seest: valge Väljast: antratsiithall (RAL 7023)
A-04		1200x2000 mm	1 tk	Vastavalt skeemile	Seest: valge Väljast: antratsiithall (RAL 7023)
A-05		1600x1000 mm	2 tk	Vastavalt skeemile	Seest: valge Väljast: antratsiithall (RAL 7023)
A-06		1000x1400 mm	2 tk	Vastavalt skeemile	Seest: valge Väljast: antratsiithall (RAL 7023)

Märkused:

1. Puitaknad 3-kordse pakettklaasiga: kahe selektiivklaasi ja argoontäitega
2. Soojusjuhtivus kuni 0,9 W/m²K

Koostas: Mariiis Mikk		Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald ühpereeldmu	
Üliõpilaskood: 092620EAEI		Mõõtkava: 1:100	Joonis: Avatäidete spetsifikatsioon – aknad
Juhendaja: Jiri Tintera	Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt	Kuupäev: 28.05.2018	Joonise nr: 11

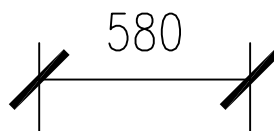
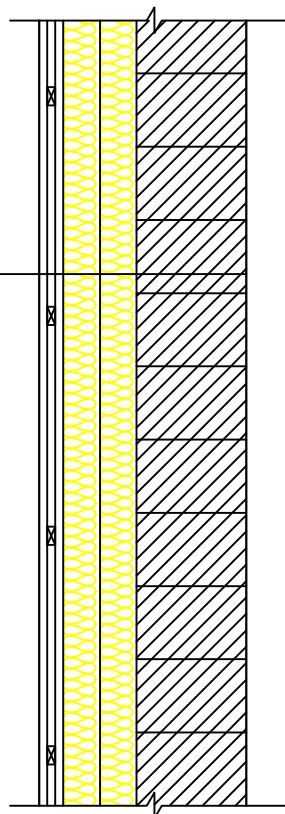
Avatäite tähis	Joonis	Ava mõõdud	Kogus	Avanevus	Värvus
TU-01		1600x2200 mm	2 tk	Avaneb liugukse pool	Seest: valge Väljast: antratsiithall (RAL 7023)
VU-01		1200x2200 mm	1 tk	Paremakäeline uks	Seest ja väljast: antratsiithall (RAL 7023)
GU-01		3000x2000 mm	1 tk	Tõstemehhanismiga üles avanev	Seest ja väljast: antratsiithall (RAL 7023)

Märkused:

1. Terrassiüksed puitraamil liuguksed 3-kordse pakettklaasiga: kahe selektiivklaasi ja argoontäitega
2. Soojusjuhtivus kuni 0,9 W/m²K
3. Välisukse VU-01 laiend miteavanev

Koostas: Mariiis Mikk		Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald	
Üliõpilaskood: 092620EAEI		ühpereeldamu	
Mõõtkava: 1:100		Joonis:	Avatäidete spetsifikatsioon – ukсед
Töö staadium: Arhitektuurne põhiprojekt	Kuupäev: 28.05.2018	Joonise nr:	12
Juhendaja: Jiri Tintera			

Krohv + viimistlus
 Poorbetoonist plokk 300 mm
 Soojustusvill 100 mm/vert. pruss 50x100mm, s 600 mm
 Soojustusvill tuuletõkkekihiga 100 mm
 Distantслиist vertikaalselt 22x50 mm
 Distantслиist horisontaalselt 22x50 mm
 Püstlaudis 22 mm / dekoratiivkivi



Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

Mõõtkava:
1:20

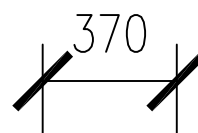
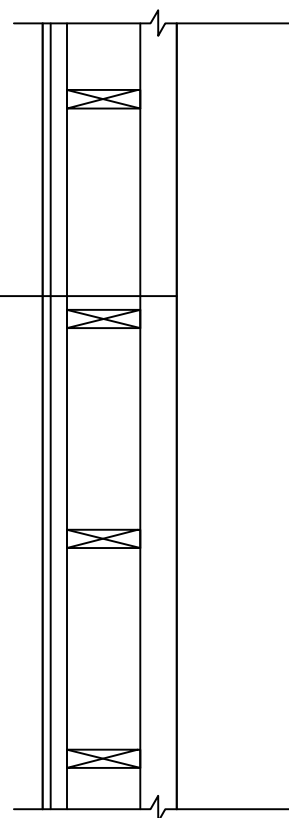
Joonis:
VS-1

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
13

Fermi post 50x100
Pruss 50 x 200 mm horisont.
Distantслиist 22x50 vertikaalselt
Distantслиist 22x50 mm horisont.
Püstlaudis 22 mm/dekoratiivkivi



Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

Mõõtkava:
1:20

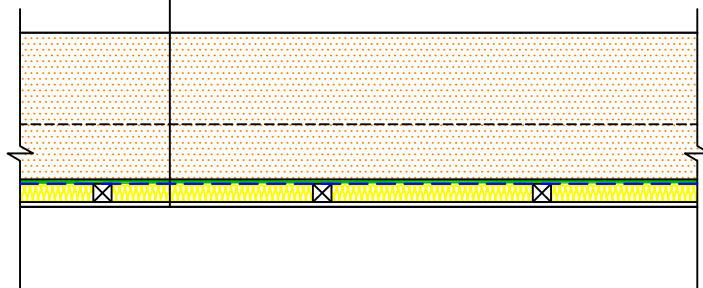
Joonis:
VS-2

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
14

Puistevill 400 mm
Fermi alumine vöö 50 x 150 mm
OSB plaat 12 mm
Aurutõkkekile
Pruss 50x50 mm / soojustusvill 50 mm
Kipsplaat 13 mm
Siseviimistlus



Märkused: 1. Aurutõkkekile paigaldada ülekattega 200 mm ja tihendada teibiga

Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

Mõõtkava:
1:20

Joonis:
VL-1

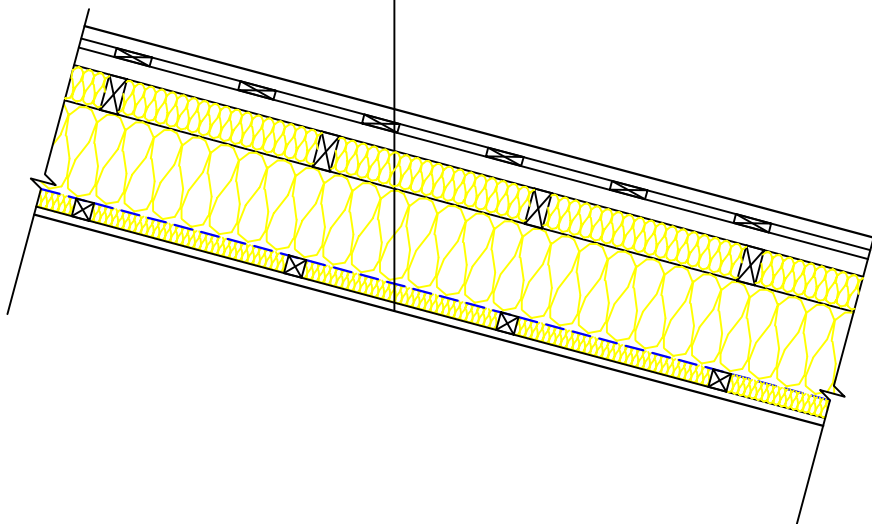
Juhendaja: Jiri Tintera

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
15

Katuseplekk
Roovitis 25 x 100 mm
Tuulutusroov 50 x 50 mm
Hingav aluskate
Pruss 50 x 100 mm / vill 100 mm
Puittala 100 x 250 mm / vill 250 mm
Aurutõkkekile
Pruss 50 x 50 mm / vill 50 mm
Viimistletud laudis



Märkused: 1. Aurutõkkekile paigaldada ülekattega 200 mm ja tihendada teibiga

Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

Mõõtkava:
1:20

Joonis:
KL-1

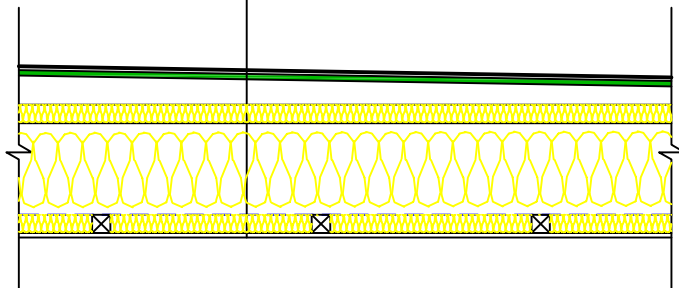
Juhendaja: Jiri Tintera

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
16

2 x SBS katusekate
OSB plaat (niiskuskindel) 15 mm
Pruss 50 x 50 mm / tuulutusvahe
Hingav aluskate
Puittala 50 x 250 mm / vill 250 mm
Aurutõkkekile
Pruss 50 x 50 mm / vill 50 mm
OSB plaat 12 mm
Kipsplaat 13 mm



Märkused: 1. Katusekalle 1:60
2. Aurutõkkekile paigaldada ülekattega 200 mm ja tihendada teibiga

Koostas: Mariliis Mikk

Matrikli nr: 092620

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

Mõõtkava:
1:20

Joonis:
KL-2

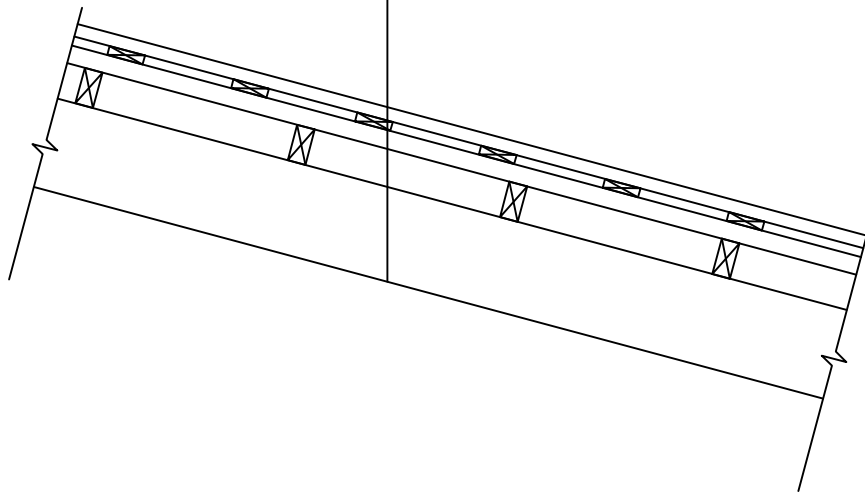
Kontrollis:

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
17

Katuseplekk
Roovitis 25 x 100 mm
Pruss 50 x 50 mm
Mittehingav aluskate
Pruss 50 x 100 mm
Fermi ülemine vöö 50 x 250 mm



Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

Mõõtkava:
1:20

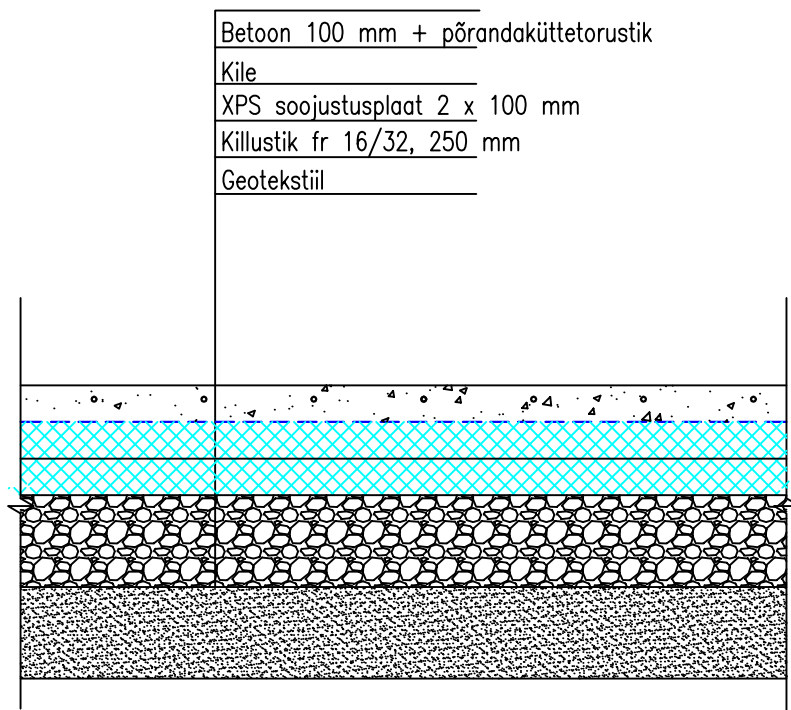
Joonis:
KL-3

Juhendaja: Jiri Tintera

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
18



Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

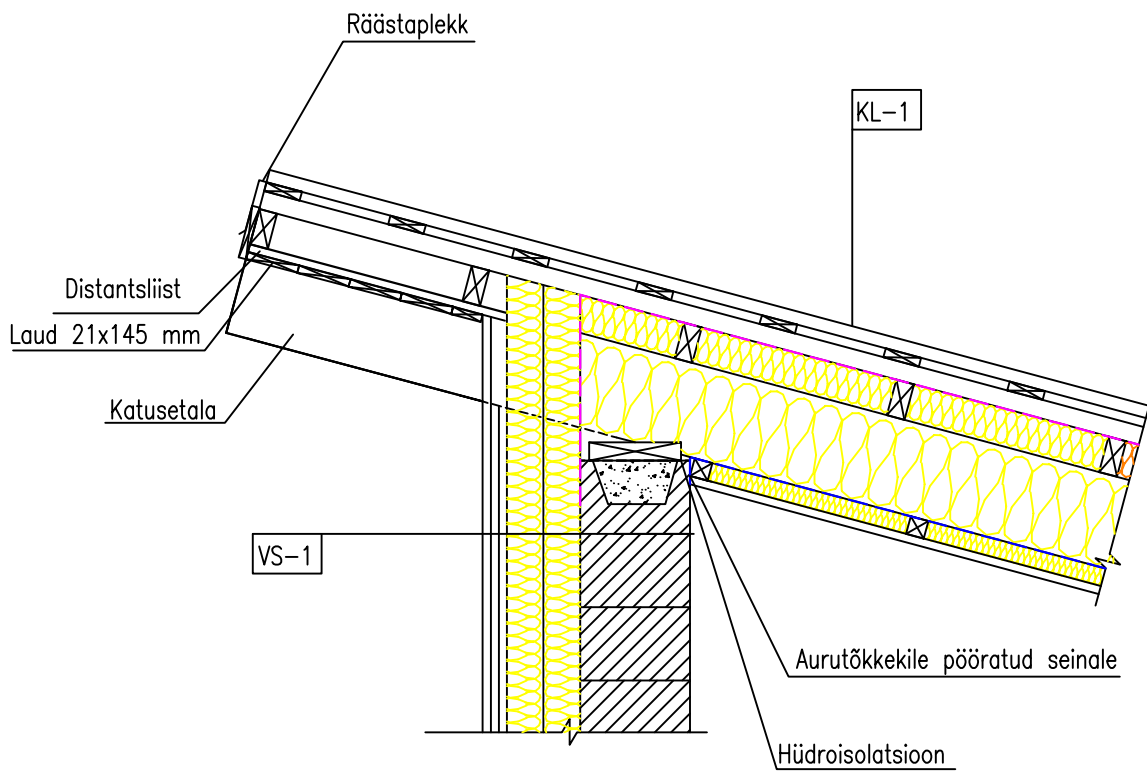
Mõõtkava:
1:20

Joonis:
P-1

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
19



Märkused: 1. Aurutõkketile paigaldada ülekattega 200 mm ja tihendada teibiga

Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

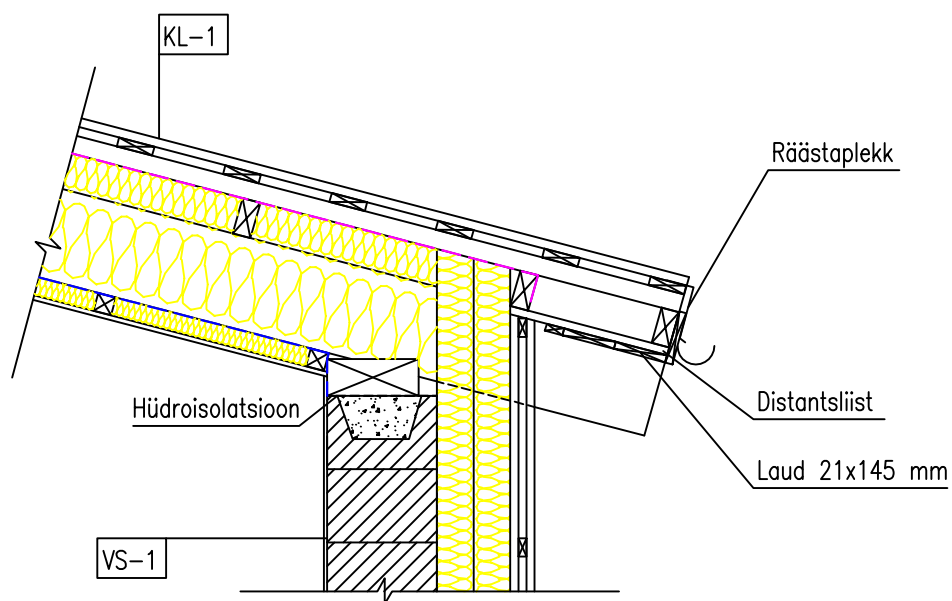
Mõõtkava:
1:20

Joonis:
S1

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
20



Märkused: 1. Aurutõkkekile paigaldada ülekattega 200 mm ja tihendada teibiga

Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

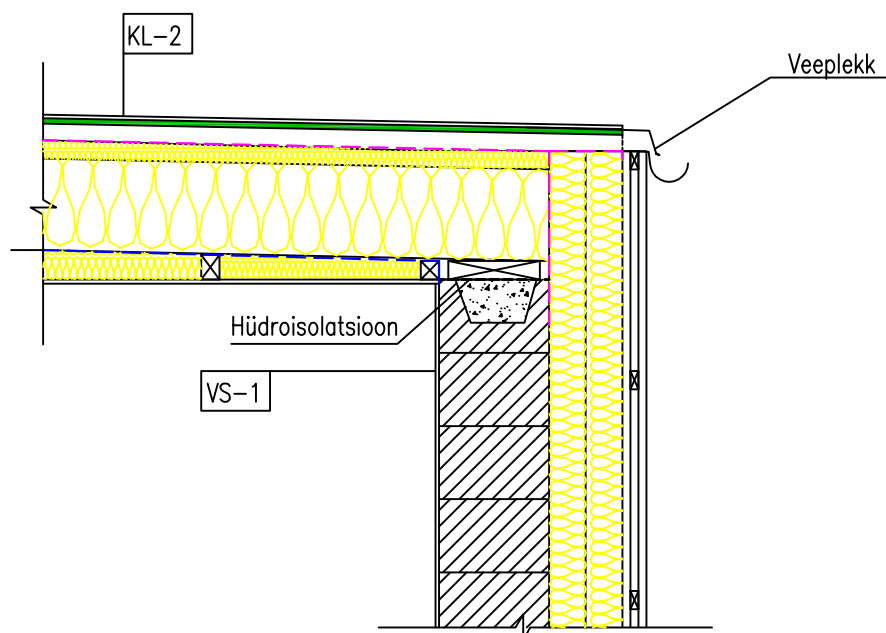
Mõõtkava:
1:20

Joonis:
S2

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
21



- Märkused:
1. Katusekalle 1:60
 2. Aurutõkketile paigaldada ülekattega 200 mm ja tihendada teibiga
 3. Veeplekk paigaldada kahe SBS kihi vahele

Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

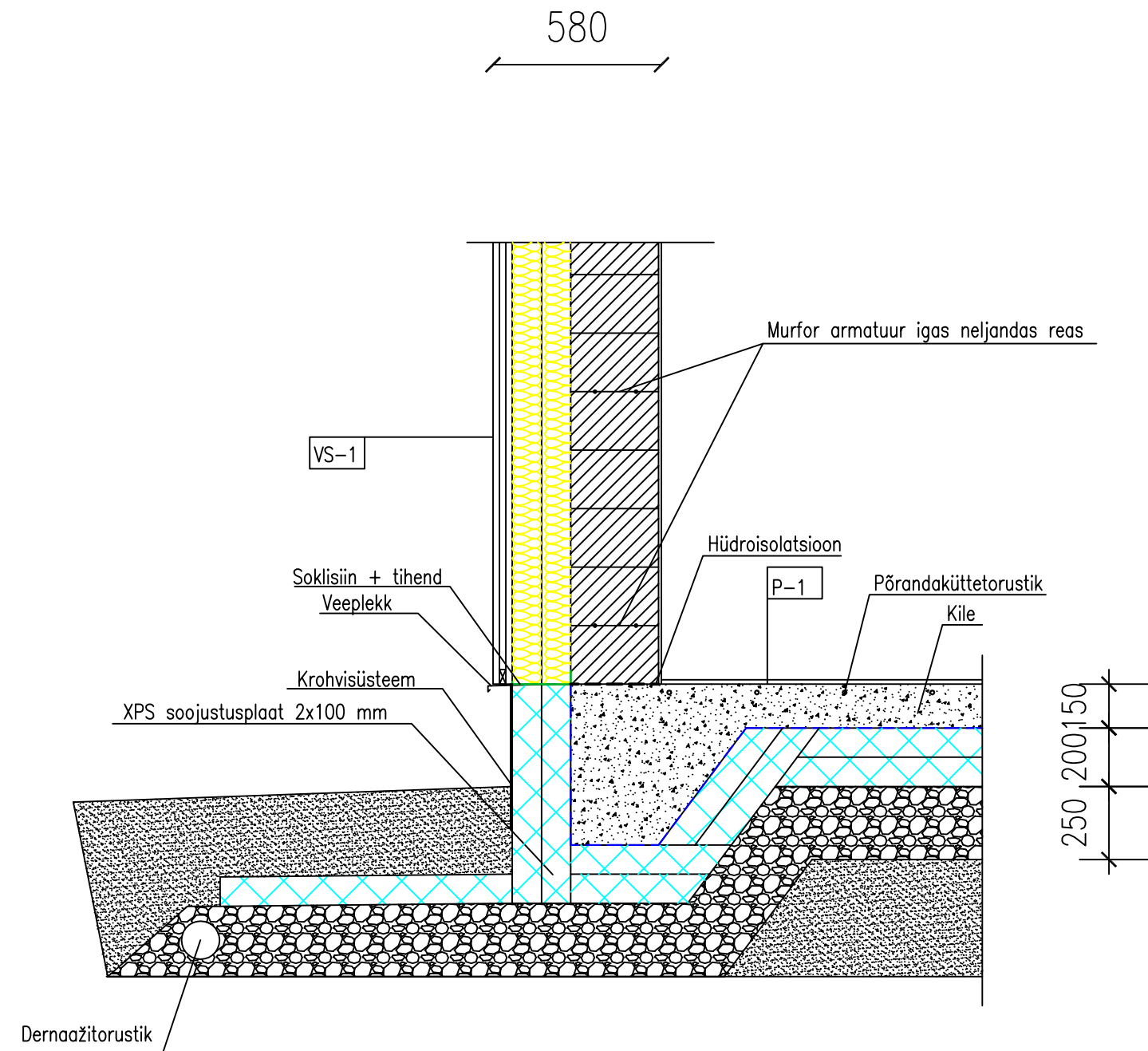
Mõõtkava:
1:20

Joonis:
S3

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
22



Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

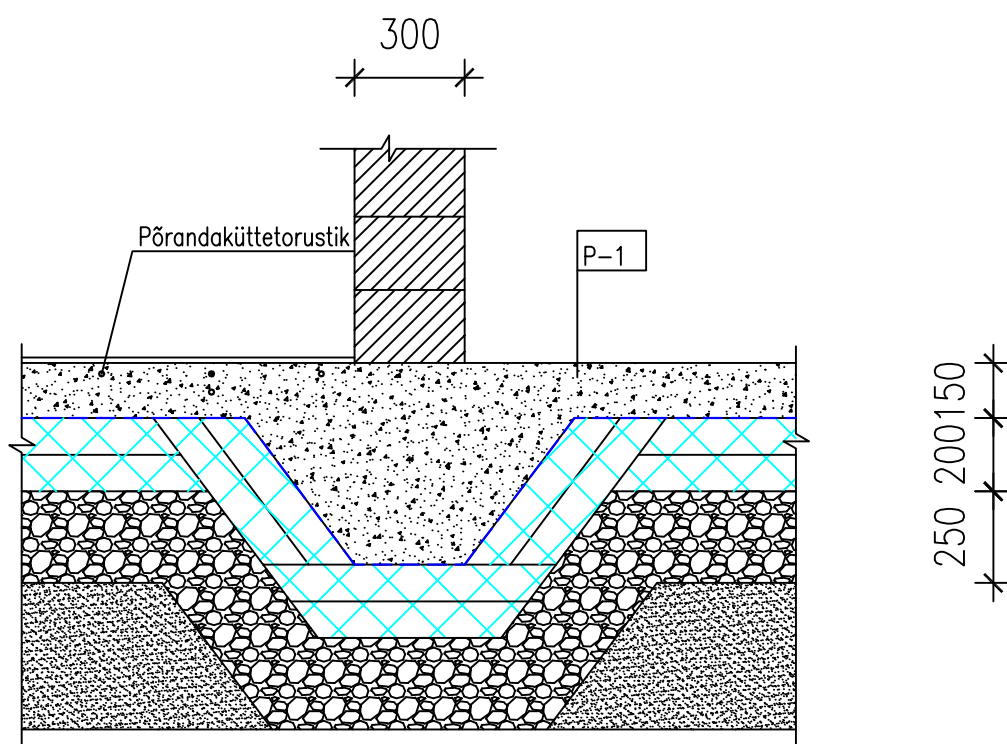
Mõõtkava:
1:20

Joonis:
S4

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
23



Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

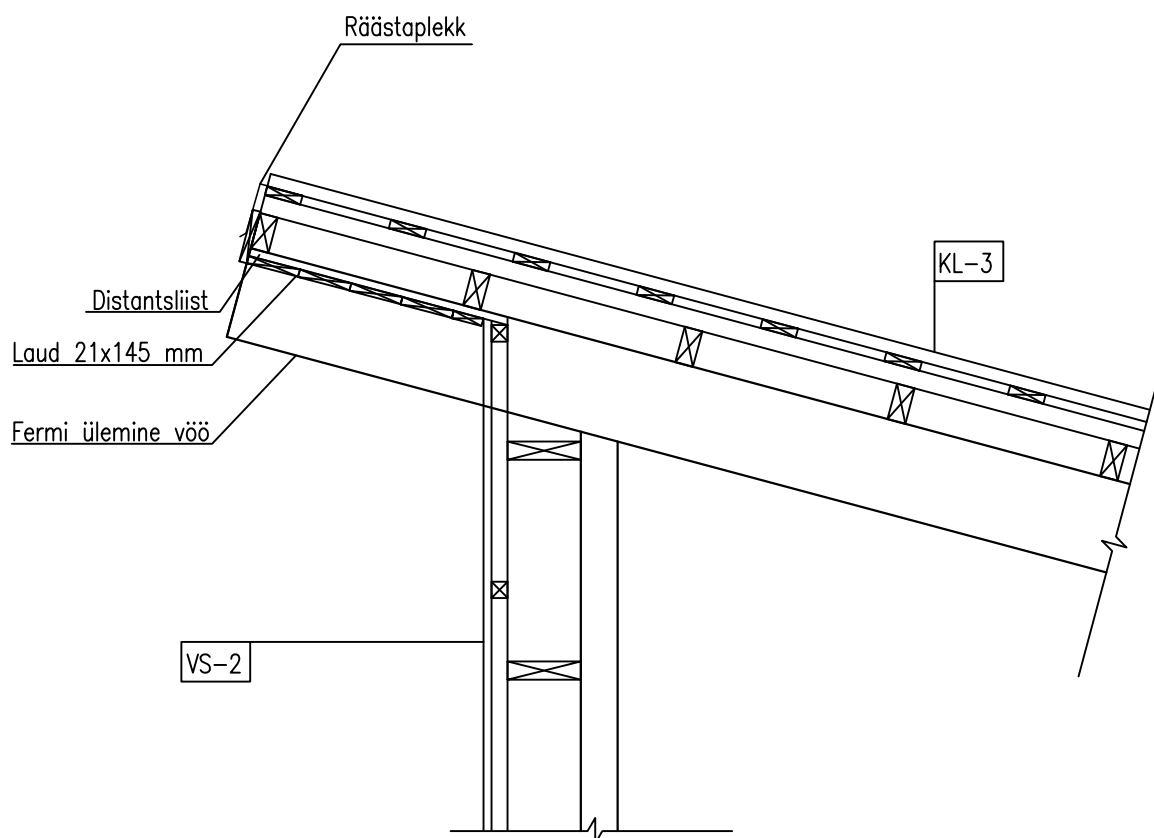
Mõõtkava:
1:20

Joonis:
S5

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
24



Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

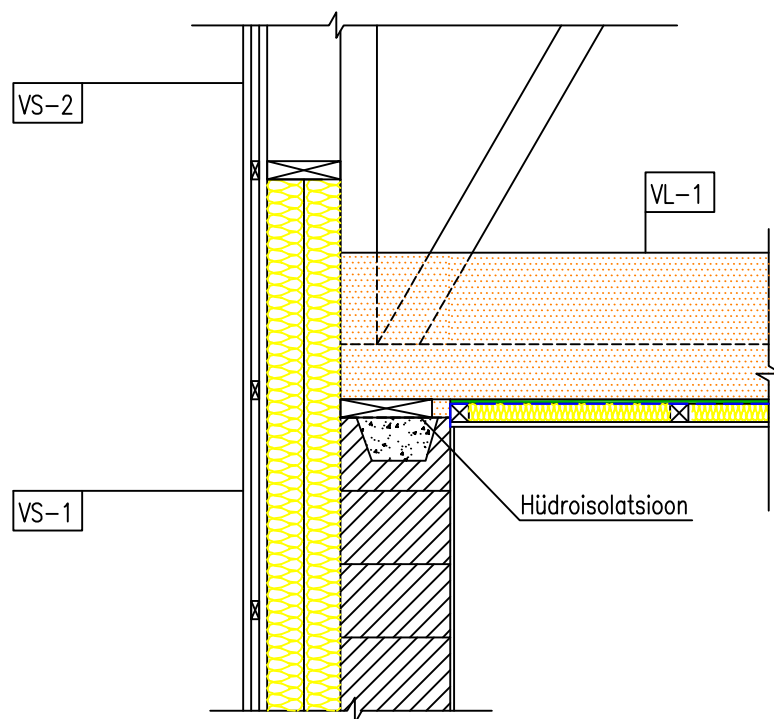
Mõõtkava:
1:20

Joonis:
S6

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
25



Märkused: 1. Aurutõkkekile paigaldada ülekattega 200 mm ja tihendada teibiga

Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu

Mõõtkava:
1:20

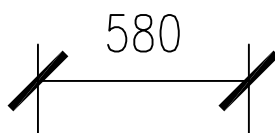
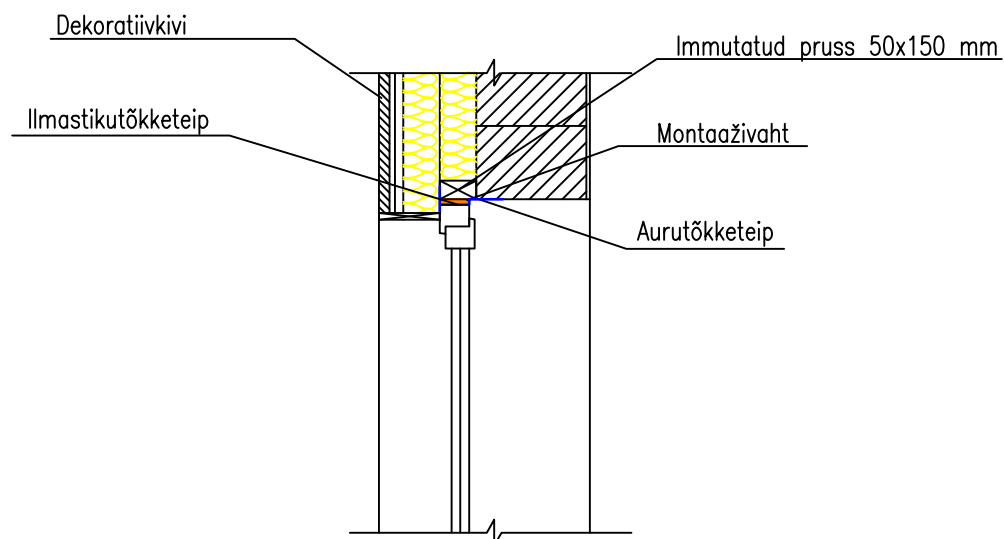
Joonis:
S7

Juhendaja: Jiri Tintera

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

Joonise nr:
26



- Märkused:
1. Silluste tugipind ja aknaavade alumine plokirea vuuk armeerida Murfor armatuuriga vähemalt 900 mm pikkuselt üle ava mõlemile poole
 2. Auru- ja ilmastikutõkketeipideks kasutada sertifitseeritud tooteid (näiteks Contega Solido SL ja EXO või analoogsed)

Koostas: Mariliis Mikk

Üliõpilaskood: 092620EAEI

Juhendaja: Jiri Tintera

Objekt: Sirkli 1, Lombi küla, Tartu vald
ühepereelamu


Mõõtkava:
1:20

Joonis:
Aken välisseinas

Töö staadium:
Arhitektuurne
põhiprojekt

Kuupäev:
28.05.2018

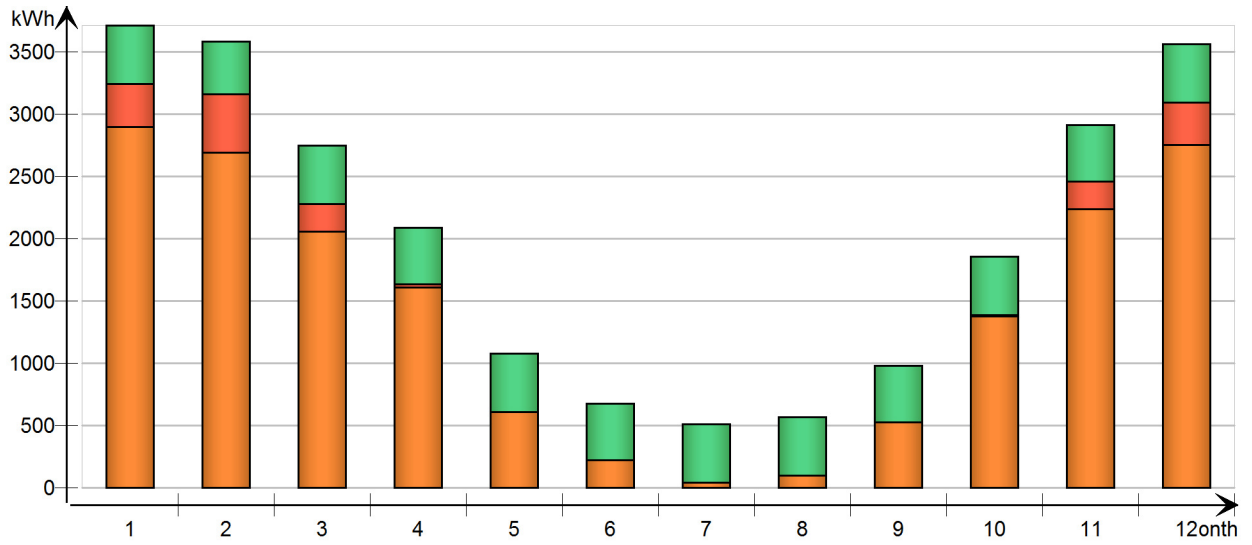
Joonise nr:
27

		Systems Energy	
Project		Building	
<p>Energy performance of buildings, Estonia. -The modeling is based to water radiator heating with district heating system. -q50 for apartment building 6.0 m3/[h m2(envelope)] -Building height app. 6 meters -The EP regulation based part of standard equipment load(which has none heat gain) is modeled in "Extra energy and losses" (for detached house). -Window airing with special control macro can be turned on in this building template(detached house) window (see detailed description for using the macro by opening the control macro "EST WindowOpenCtrlForH21C27"). By default window airing is not used in this building template. -No electric sauna stoves</p>		Model floor area	219.8 m ²
Customer		Model volume	671.8 m ³
Created by	Mariliis Mikk	Model ground area	218.0 m ²
Location	Tartu (EST 2012)	Model envelope area	683.9 m ²
Climate file	Estonia_(EST 2012)	Window/Envelope	4.6 %
Case	Sirkli1-3	Average U-value	0.2235 W/(m ² K)
Simulated	24.05.2018 1:10:18	Envelope area per Volume	1.018 m ² /m ³

Used energy

kWh (sensible and latent)

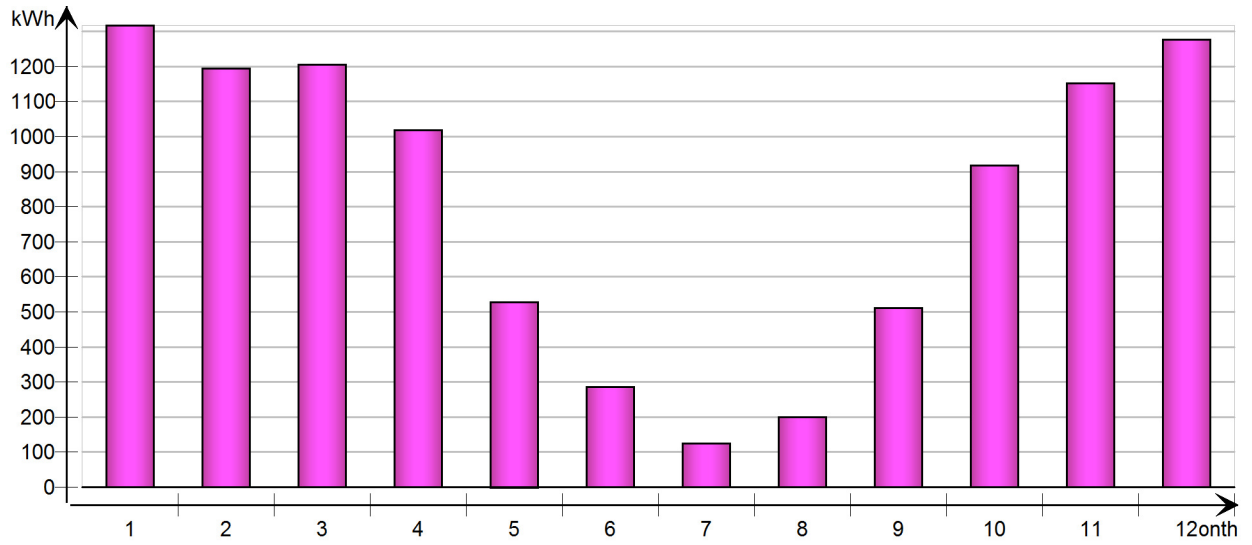
Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water
1	2901.0	0.0	345.5	0.0	466.8
2	2693.0	0.0	469.9	0.0	421.6
3	2059.0	0.0	221.0	0.0	466.8
4	1609.0	0.0	27.7	0.0	451.7
5	611.0	0.0	0.3	0.0	466.8
6	221.4	0.0	0.0	0.0	451.7
7	42.8	0.0	0.0	0.0	466.8
8	96.9	0.0	0.0	0.0	466.8
9	526.4	0.0	0.3	0.0	451.7
10	1375.0	0.0	12.1	0.0	466.8
11	2236.0	0.0	223.8	0.0	451.7
12	2752.0	0.0	340.6	0.0	466.8
Total	17123.5	0.0	1641.2	0.0	5496.0



Utilized free energy

kWh (sensible and latent)

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	1317.0	0.0							
2	1195.0	0.0							
3	1205.0	0.0							
4	1019.0	-0.0							
5	526.9	-2.1							
6	284.9	-0.0							
7	123.4	-0.2							
8	200.2	-0.2							
9	510.1	-0.0							
10	917.2	0.0							
11	1152.0	0.0							
12	1276.0	0.0							
Total	9726.7	-2.5							



Generated electric energy

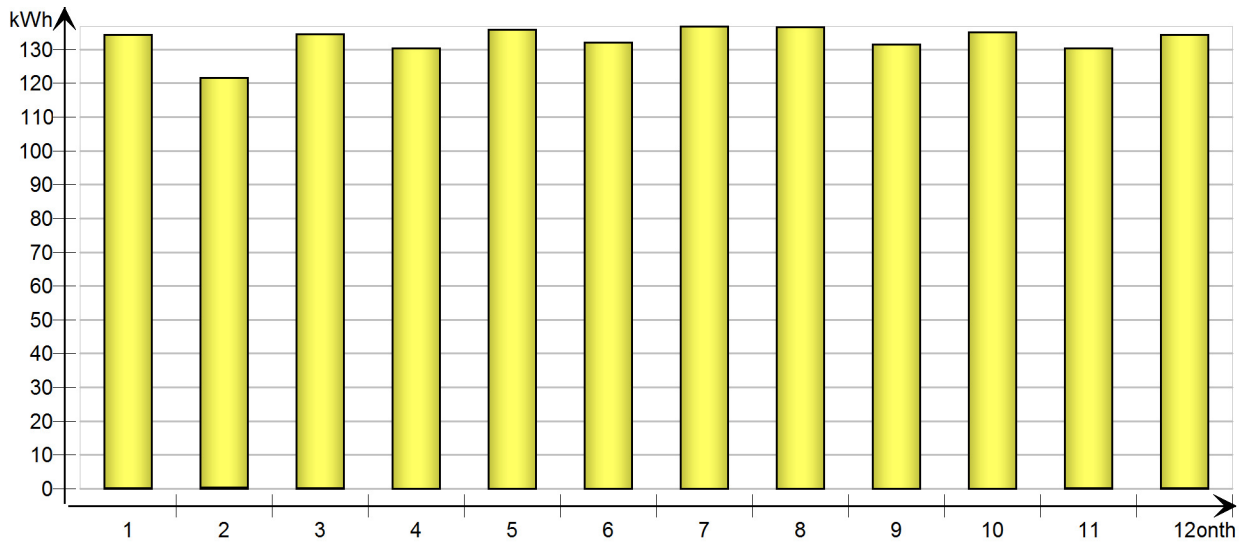
kWh

Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

kWh

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		134.1	0.2
2		121.2	0.3
3		134.4	0.2
4		130.4	0.0
5		135.9	0.0
6		132.0	0.0
7		136.8	0.0
8		136.7	0.0
9		131.5	0.0
10		135.0	0.0
11		130.1	0.2
12		134.2	0.2
Total		1592.3	1.2



Distribution Losses

kWh


Month	Domestic hot water circuit	Heating	Cooling*	Air ducts*
1	0.0	87.0		0.0
2	0.0	80.8		0.0
3	0.0	61.8		0.0
4	0.0	48.3		0.0
5	0.0	18.3		0.0
6	0.0	6.6		0.0
7	0.0	1.3		0.0
8	0.0	2.9		0.0
9	0.0	15.8		0.0
10	0.0	41.2		0.0
11	0.0	67.1		0.0
12	0.0	82.5		0.0
Total	0.0	513.6	0.0	0.0

*positive loss when conduit is cooler than building

IDA Indoor Climate and Energy






Version: 4.8

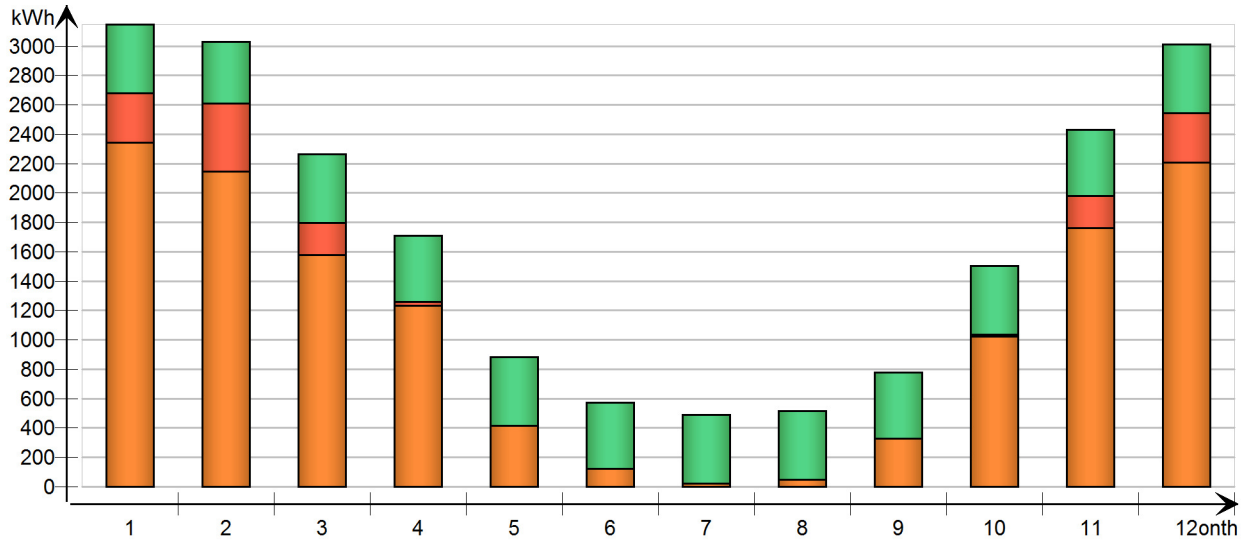
License: IDA40:ICE40XL:18MAY/H1U8P (trial license)

		Systems Energy	
Project		Building	
Energy performance of buildings, Estonia. -The modeling is based to water radiator heating with district heating system. -q50 for apartment building 6.0 m3/[h m2(envelope)] -Building height app. 6 meters -The EP regulation based part of standard equipment load(which has none heat gain) is modeled in "Extra energy and losses" (for detached house). -Window airing with special control macro can be turned on in this building template(detached house) window (see detailed description for using the macro by opening the control macro "EST WindowOpenCtrlForH21C27"). By default window airing is not used in this building template. -No electric sauna stoves		Model floor area	219.8 m ²
Customer		Model volume	671.8 m ³
Created by	Mariliis Mikk	Model ground area	218.0 m ²
Location	Tartu (EST 2012)	Model envelope area	683.9 m ²
Climate file	Estonia_(EST 2012)	Window/Envelope	4.6 %
Case	Sirkli1-3	Average U-value	0.2235 W/(m ² K)
Simulated	17.05.2018 6:42:32	Envelope area per Volume	1.018 m ² /m ³

Used energy

kWh (sensible and latent)

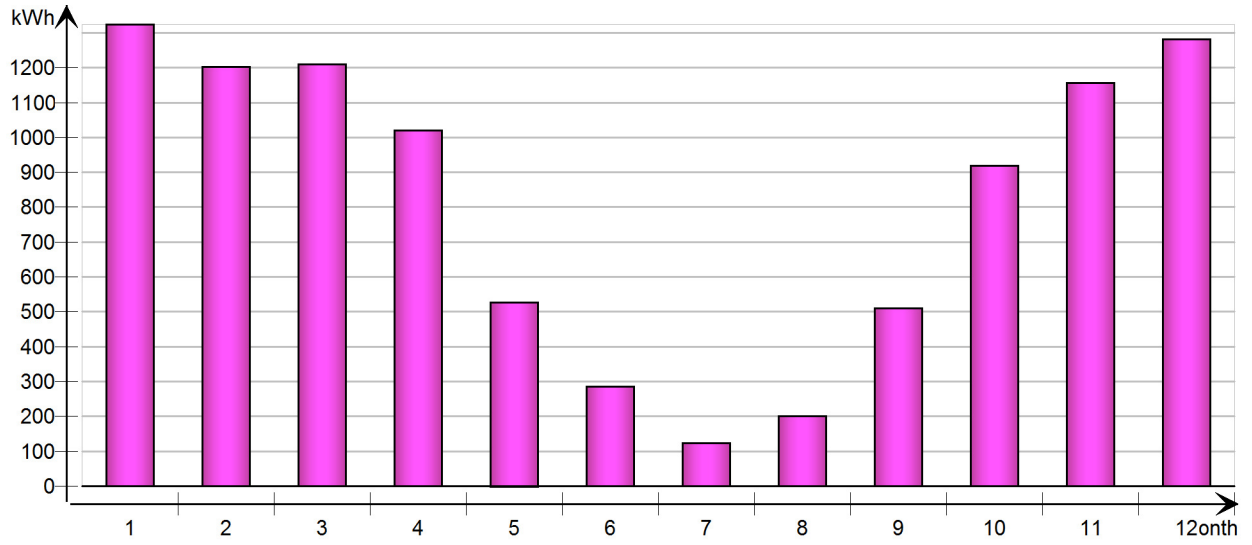
Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water
					
1	2342.0	0.0	338.0	0.0	466.8
2	2148.0	0.0	462.3	0.0	421.6
3	1577.0	0.0	216.6	0.0	466.8
4	1233.0	0.0	26.4	0.0	451.7
5	414.6	0.0	0.2	0.0	466.8
6	122.0	0.0	0.0	0.0	451.7
7	22.7	0.0	0.0	0.0	466.8
8	49.5	0.0	0.0	0.0	466.8
9	329.0	0.0	0.2	0.0	451.7
10	1023.0	0.0	11.0	0.0	466.8
11	1763.0	0.0	219.1	0.0	451.7
12	2209.0	0.0	334.6	0.0	466.8
Total	13232.8	0.0	1608.4	0.0	5496.0



Utilized free energy

kWh (sensible and latent)

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	1324.0	0.0							
2	1203.0	0.0							
3	1210.0	0.0							
4	1021.0	-0.0							
5	526.9	-2.1							
6	284.8	-0.0							
7	123.4	-0.2							
8	200.1	-0.1							
9	510.3	-0.0							
10	918.3	0.0							
11	1157.0	0.0							
12	1282.0	0.0							
Total	9760.8	-2.4							



Generated electric energy

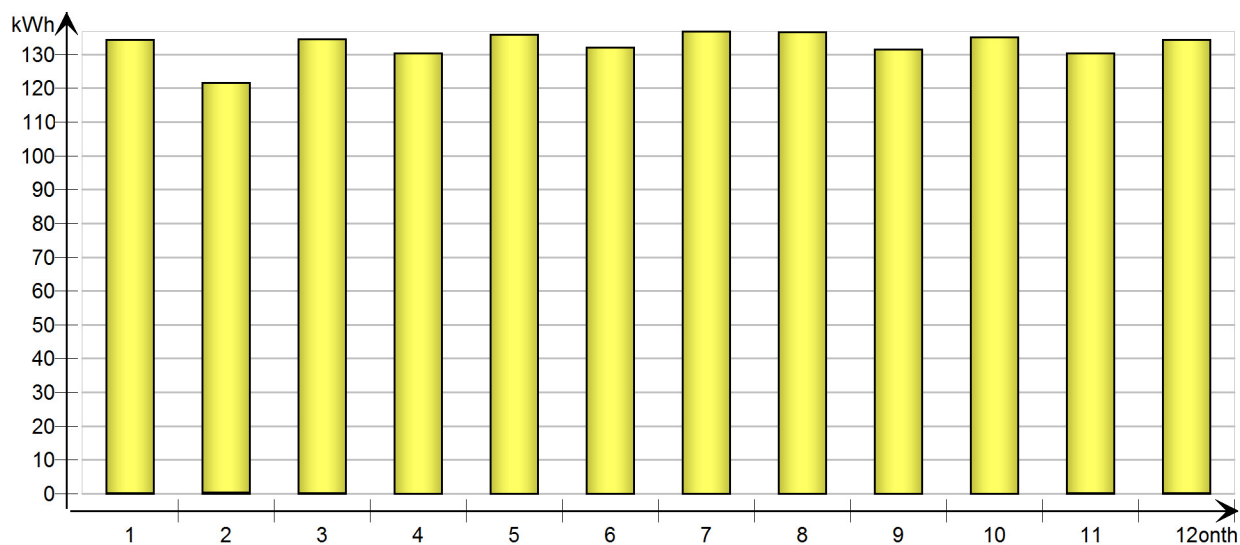
kWh

Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

kWh

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		134.1	0.2
2		121.2	0.3
3		134.4	0.2
4		130.4	0.0
5		135.9	0.0
6		132.0	0.0
7		136.8	0.0
8		136.7	0.0
9		131.5	0.0
10		135.1	0.0
11		130.1	0.2
12		134.2	0.2
Total		1592.4	1.2



Distribution Losses

kWh


Month	Domestic hot water circuit	Heating	Cooling*	Air ducts*
1	0.0	70.3		0.0
2	0.0	64.4		0.0
3	0.0	47.3		0.0
4	0.0	37.0		0.0
5	0.0	12.4		0.0
6	0.0	3.7		0.0
7	0.0	0.7		0.0
8	0.0	1.5		0.0
9	0.0	9.9		0.0
10	0.0	30.7		0.0
11	0.0	52.9		0.0
12	0.0	66.3		0.0
Total	0.0	397.0	0.0	0.0

*positive loss when conduit is cooler than building

IDA Indoor Climate and Energy

Version: 4.8

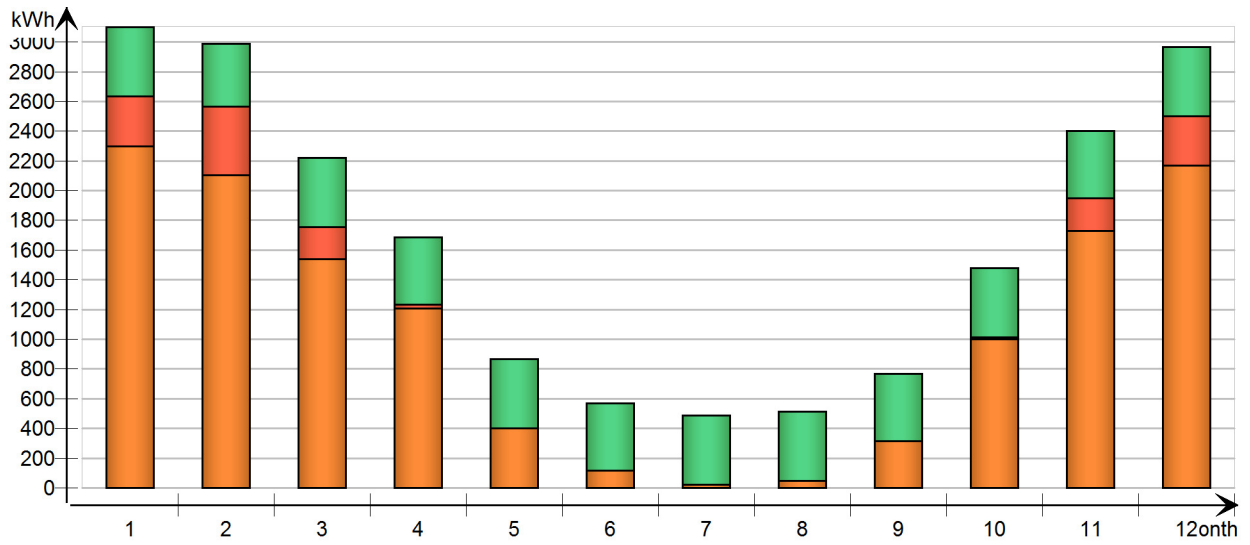
License: IDA40:ICE40XL:18MAY/H1U8P (trial license)

		Systems Energy	
Project		Building	
Energy performance of buildings, Estonia. -The modeling is based to water radiator heating with district heating system. -q50 for apartment building 6.0 m3/[h m2(envelope)] -Building height app. 6 meters -The EP regulation based part of standard equipment load(which has none heat gain) is modeled in "Extra energy and losses" (for detached house). -Window airing with special control macro can be turned on in this building template(detached house) window (see detailed description for using the macro by opening the control macro "EST WindowOpenCtrlForH21C27"). By default window airing is not used in this building template. -No electric sauna stoves		Model floor area	219.8 m ²
Customer		Model volume	671.8 m ³
Created by	Mariliis Mikk	Model ground area	218.0 m ²
Location	Tartu (EST 2012)	Model envelope area	683.9 m ²
Climate file	Estonia_(EST 2012)	Window/Envelope	4.6 %
Case	Sirkli1-3	Average U-value	0.2235 W/(m ² K)
Simulated	24.05.2018 1:05:02	Envelope area per Volume	1.018 m ² /m ³

Used energy

kWh (sensible and latent)

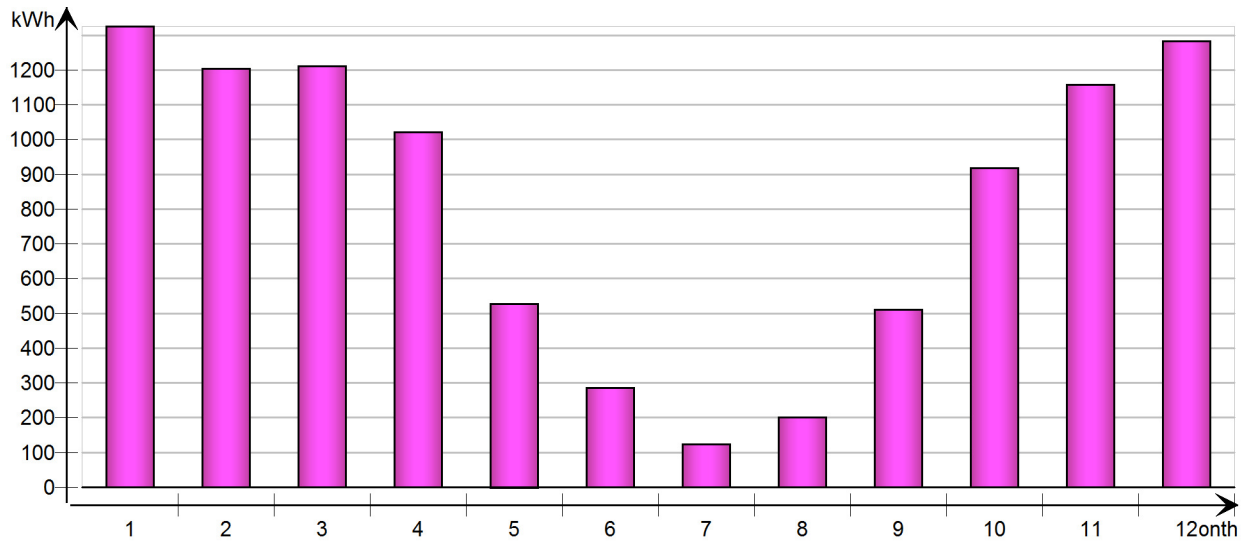
Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water
1	2300.0	0.0	337.3	0.0	466.8
2	2106.0	0.0	461.6	0.0	421.6
3	1540.0	0.0	216.1	0.0	466.8
4	1205.0	0.0	26.3	0.0	451.7
5	399.3	0.0	0.2	0.0	466.8
6	114.9	0.0	0.0	0.0	451.7
7	21.3	0.0	0.0	0.0	466.8
8	46.8	0.0	0.0	0.0	466.8
9	314.8	0.0	0.2	0.0	451.7
10	998.1	0.0	10.9	0.0	466.8
11	1727.0	0.0	218.7	0.0	451.7
12	2167.0	0.0	334.0	0.0	466.8
Total	12940.2	0.0	1605.3	0.0	5496.0



Utilized free energy

kWh (sensible and latent)

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	1325.0	0.0							
2	1203.0	0.0							
3	1210.0	0.0							
4	1021.0	-0.0							
5	526.9	-2.2							
6	284.8	-0.0							
7	123.4	-0.1							
8	200.1	-0.1							
9	510.3	-0.0							
10	918.5	0.0							
11	1157.0	0.0							
12	1283.0	0.0							
Total	9763.0	-2.4							



Generated electric energy

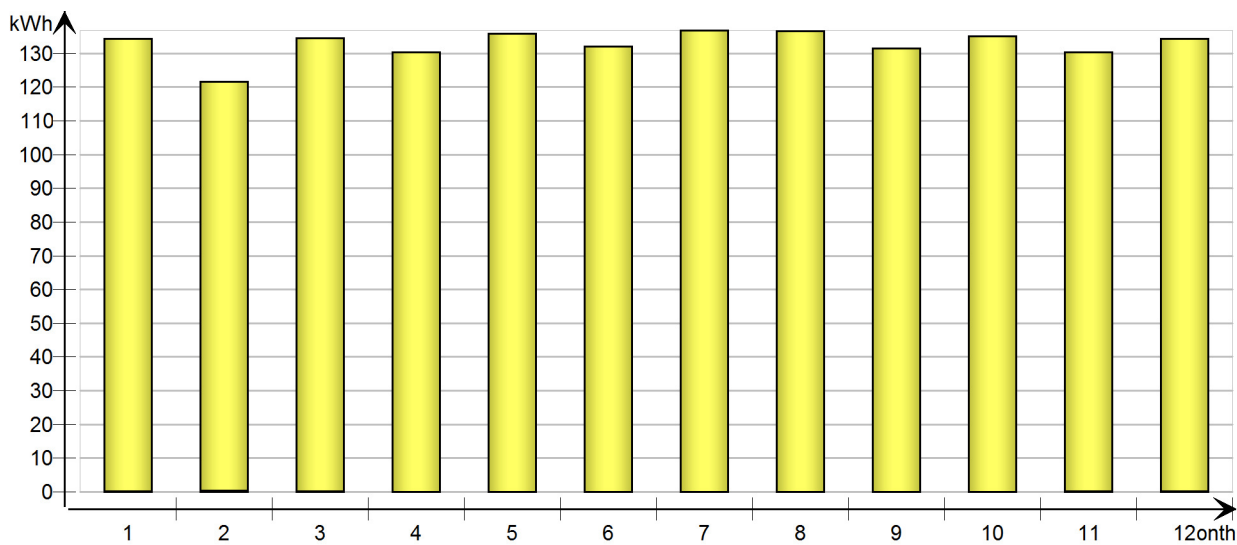
kWh

Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

kWh

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		134.1	0.2
2		121.2	0.3
3		134.4	0.2
4		130.4	0.0
5		135.9	0.0
6		132.0	0.0
7		136.8	0.0
8		136.7	0.0
9		131.5	0.0
10		135.1	0.0
11		130.1	0.2
12		134.2	0.2
Total		1592.4	1.2



Distribution Losses

kWh


Month	Domestic hot water circuit	Heating	Cooling*	Air ducts*
1	0.0	69.0		0.0
2	0.0	63.2		0.0
3	0.0	46.2		0.0
4	0.0	36.1		0.0
5	0.0	12.0		0.0
6	0.0	3.4		0.0
7	0.0	0.6		0.0
8	0.0	1.4		0.0
9	0.0	9.4		0.0
10	0.0	29.9		0.0
11	0.0	51.8		0.0
12	0.0	65.0		0.0
Total	0.0	388.2	0.0	0.0

*positive loss when conduit is cooler than building

IDA Indoor Climate and Energy






Version: 4.8

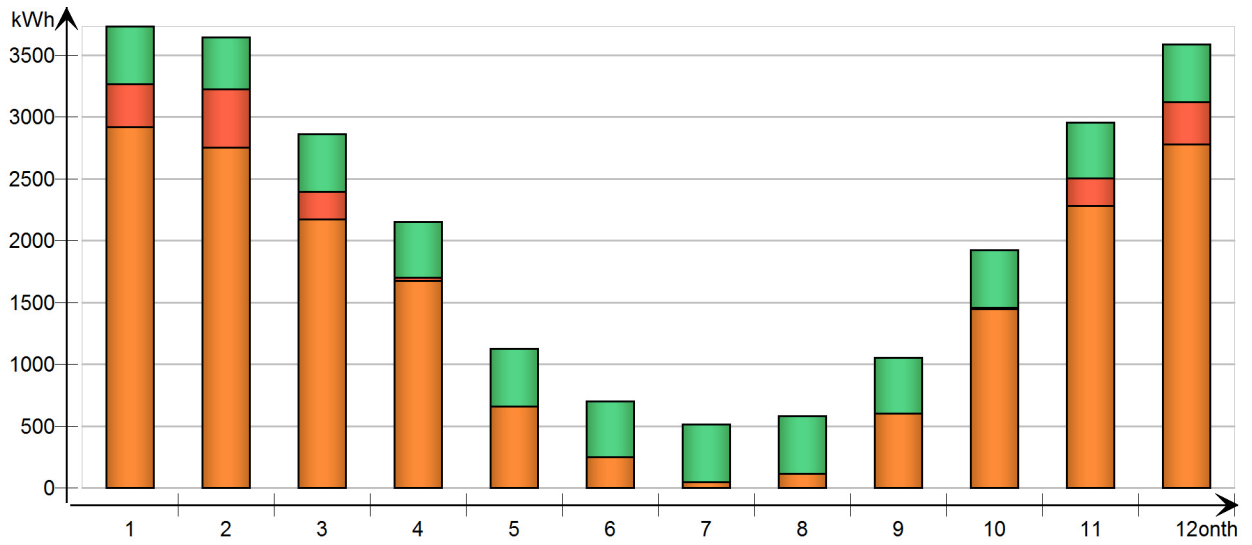
License: IDA40:ICE40XL:18MAY/H1U8P (trial license)

		Systems Energy	
Project		Building	
Energy performance of buildings, Estonia. -The modeling is based to water radiator heating with district heating system. -q50 for apartment building 6.0 m3/[h m2(envelope)] -Building height app. 6 meters -The EP regulation based part of standard equipment load(which has none heat gain) is modeled in "Extra energy and losses" (for detached house). -Window airing with special control macro can be turned on in this building template(detached house) window (see detailed description for using the macro by opening the control macro "EST WindowOpenCtrlForH21C27"). By default window airing is not used in this building template. -No electric sauna stoves		Model floor area	219.8 m ²
Customer		Model volume	671.8 m ³
Created by	Mariliis Mikk	Model ground area	218.0 m ²
Location	Tartu (EST 2012)	Model envelope area	683.9 m ²
Climate file	Estonia_(EST 2012)	Window/Envelope	4.6 %
Case	Sirkli1 varjud läänest	Average U-value	0.2235 W/(m ² K)
Simulated	24.05.2018 0:54:43	Envelope area per Volume	1.018 m ² /m ³

Used energy

kWh (sensible and latent)

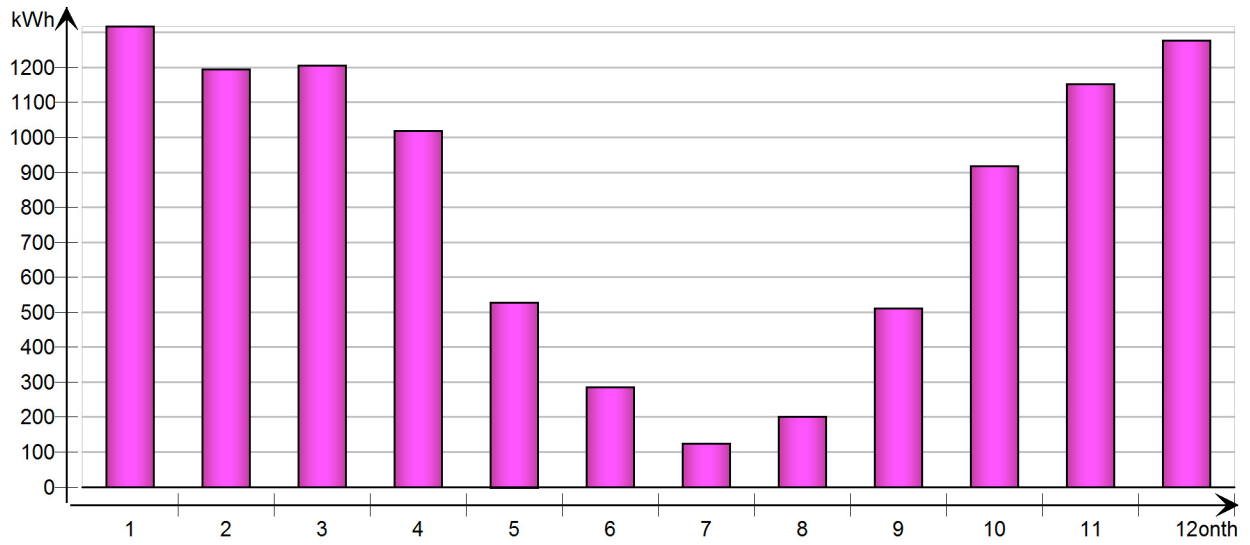
Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water
					
1	2921.0	0.0	345.5	0.0	466.8
2	2751.0	0.0	470.0	0.0	421.6
3	2172.0	0.0	221.6	0.0	466.8
4	1677.0	0.0	27.7	0.0	451.7
5	660.3	0.0	0.3	0.0	466.8
6	248.7	0.0	0.0	0.0	451.7
7	48.2	0.0	0.0	0.0	466.8
8	115.4	0.0	0.0	0.0	466.8
9	603.1	0.0	0.3	0.0	451.7
10	1445.0	0.0	12.1	0.0	466.8
11	2279.0	0.0	224.0	0.0	451.7
12	2779.0	0.0	340.7	0.0	466.8
Total	17699.7	0.0	1642.2	0.0	5496.0



Utilized free energy

kWh (sensible and latent)

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	1317.0	0.0							
2	1195.0	0.0							
3	1205.0	0.0							
4	1019.0	-0.0							
5	526.9	-2.5							
6	284.9	-0.0							
7	123.4	-0.3							
8	200.1	-0.4							
9	510.2	-0.0							
10	917.2	0.0							
11	1152.0	0.0							
12	1276.0	0.0							
Total	9726.7	-3.2							



Generated electric energy

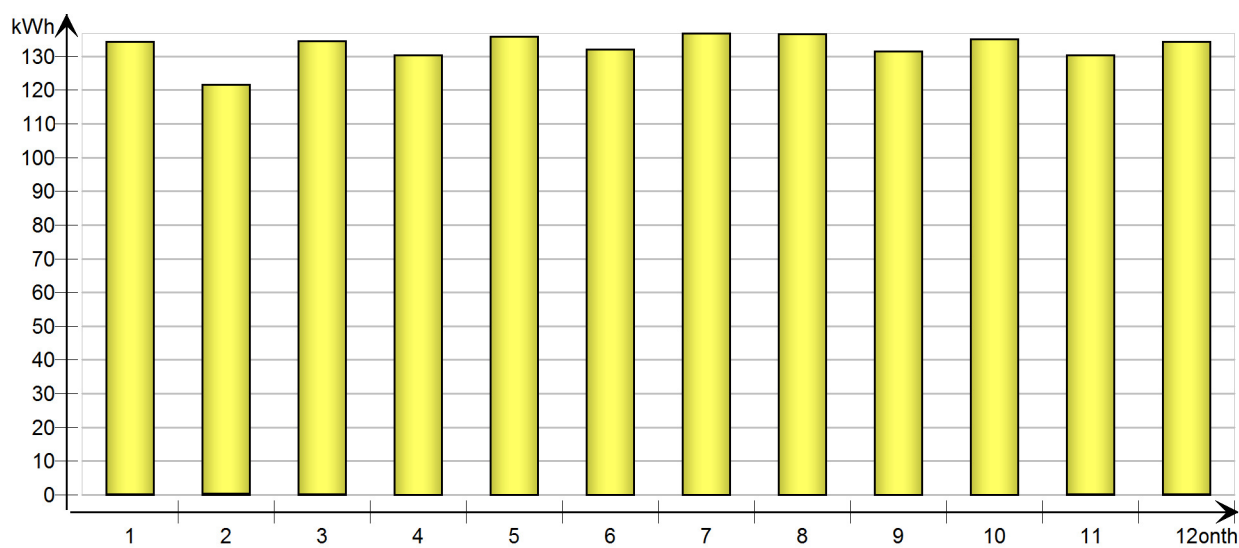
kWh

Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

kWh

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		134.1	0.2
2		121.2	0.3
3		134.4	0.2
4		130.4	0.0
5		135.9	0.0
6		132.0	0.0
7		136.8	0.0
8		136.7	0.0
9		131.5	0.0
10		135.0	0.0
11		130.1	0.2
12		134.2	0.2
Total		1592.3	1.2



Distribution Losses

kWh


Month	Domestic hot water circuit	Heating	Cooling*	Air ducts*
1	0.0	87.6		0.0
2	0.0	82.5		0.0
3	0.0	65.2		0.0
4	0.0	50.3		0.0
5	0.0	19.8		0.0
6	0.0	7.5		0.0
7	0.0	1.4		0.0
8	0.0	3.5		0.0
9	0.0	18.1		0.0
10	0.0	43.4		0.0
11	0.0	68.4		0.0
12	0.0	83.4		0.0
Total	0.0	531.0	0.0	0.0

*positive loss when conduit is cooler than building

IDA Indoor Climate and Energy






Version: 4.8

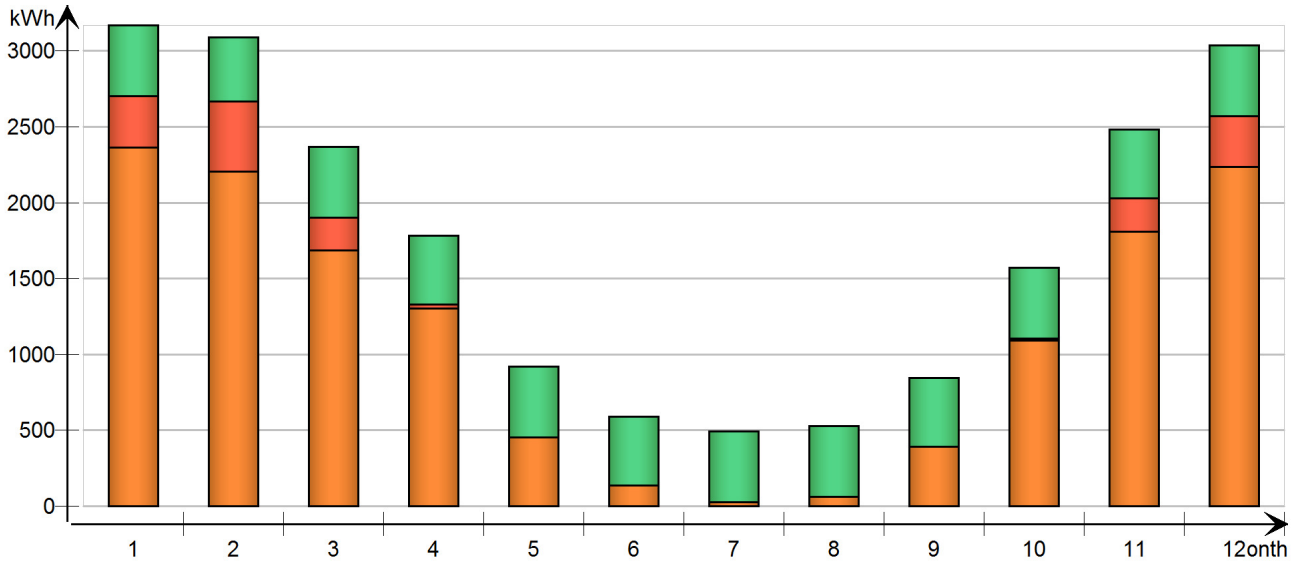
License: IDA40:ICE40XL:18MAY/H1U8P (trial license)

		Systems Energy	
Project		Building	
Energy performance of buildings, Estonia. -The modeling is based to water radiator heating with district heating system. -q50 for apartment building 6.0 m3/[h m2(envelope)] -Building height app. 6 meters -The EP regulation based part of standard equipment load(which has none heat gain) is modeled in "Extra energy and losses" (for detached house). -Window airing with special control macro can be turned on in this building template(detached house) window (see detailed description for using the macro by opening the control macro "EST WindowOpenCtrlForH21C27"). By default window airing is not used in this building template. -No electric sauna stoves		Model floor area	219.8 m ²
Customer		Model volume	671.8 m ³
Created by	Mariliis Mikk	Model ground area	218.0 m ²
Location	Tartu (EST 2012)	Model envelope area	683.9 m ²
Climate file	Estonia_(EST 2012)	Window/Envelope	4.6 %
Case	Sirkli1 varjud läänest	Average U-value	0.2235 W/(m ² K)
Simulated	15.05.2018 14:02:15	Envelope area per Volume	1.018 m ² /m ³

Used energy

kWh (sensible and latent)

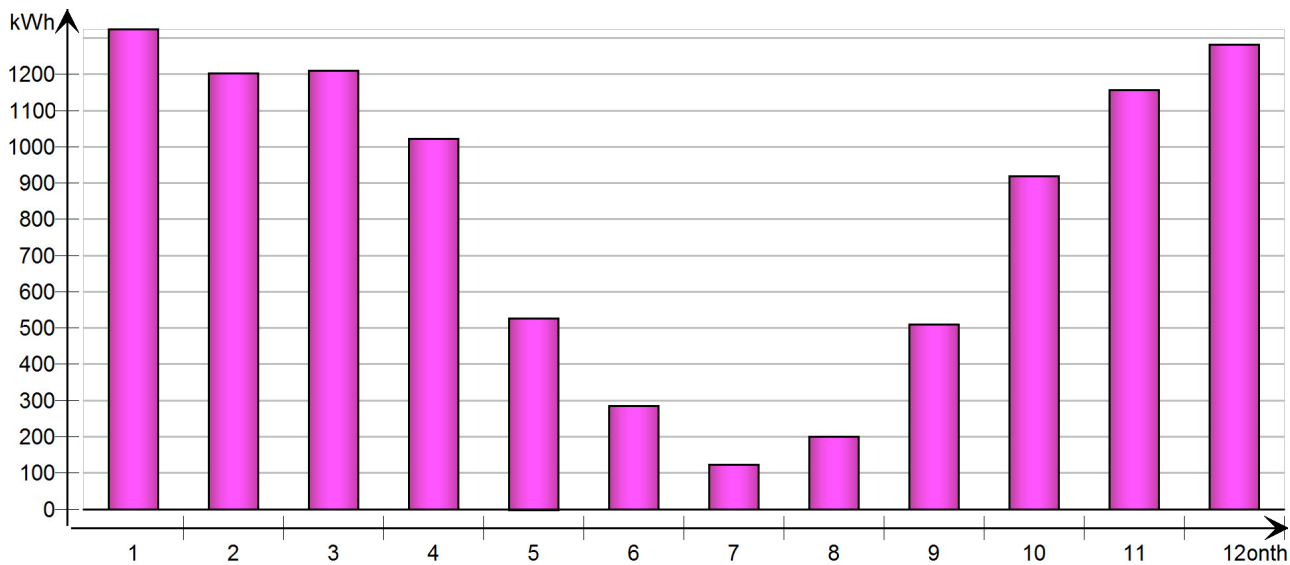
Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water
					
1	2364.0	0.0	338.1	0.0	466.8
2	2204.0	0.0	462.6	0.0	421.6
3	1686.0	0.0	217.2	0.0	466.8
4	1301.0	0.0	26.5	0.0	451.7
5	454.3	0.0	0.2	0.0	466.8
6	138.1	0.0	0.0	0.0	451.7
7	24.5	0.0	0.0	0.0	466.8
8	60.3	0.0	0.0	0.0	466.8
9	390.1	0.0	0.2	0.0	451.7
10	1093.0	0.0	11.0	0.0	466.8
11	1807.0	0.0	219.5	0.0	451.7
12	2235.0	0.0	334.7	0.0	466.8
Total	13757.3	0.0	1610.0	0.0	5496.0



Utilized free energy

kWh (sensible and latent)

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	1324.0	0.0							
2	1202.0	0.0							
3	1209.0	0.0							
4	1021.0	-0.0							
5	527.0	-2.6							
6	284.8	-0.0							
7	123.4	-0.3							
8	200.2	-0.3							
9	510.2	-0.0							
10	918.3	0.0							
11	1156.0	0.0							
12	1282.0	0.0							
Total	9757.9	-3.2							



Generated electric energy

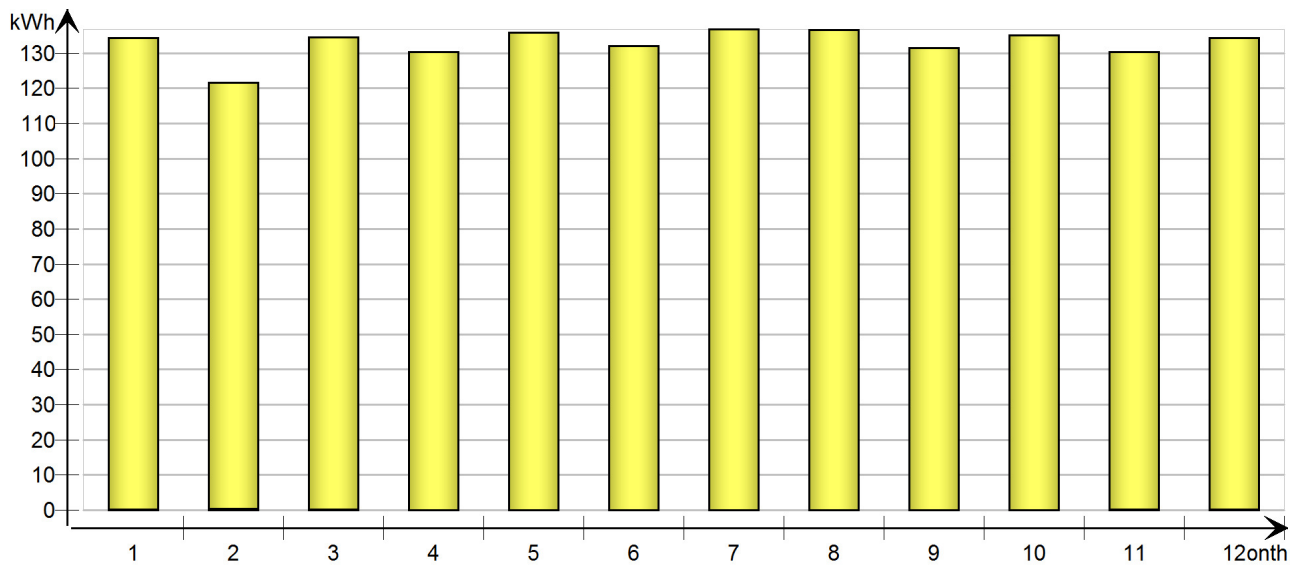
kWh

Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

kWh

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		134.1	0.2
2		121.2	0.3
3		134.4	0.2
4		130.4	0.0
5		135.9	0.0
6		132.0	0.0
7		136.8	0.0
8		136.7	0.0
9		131.5	0.0
10		135.1	0.0
11		130.1	0.2
12		134.2	0.2
Total		1592.4	1.2



Distribution Losses

kWh


Month	Domestic hot water circuit	Heating	Cooling*	Air ducts*
1	0.0	70.9		0.0
2	0.0	66.1		0.0
3	0.0	50.6		0.0
4	0.0	39.0		0.0
5	0.0	13.6		0.0
6	0.0	4.1		0.0
7	0.0	0.7		0.0
8	0.0	1.8		0.0
9	0.0	11.7		0.0
10	0.0	32.8		0.0
11	0.0	54.2		0.0
12	0.0	67.1		0.0
Total	0.0	412.7	0.0	0.0

*positive loss when conduit is cooler than building

IDA Indoor Climate and Energy






Version: 4.8

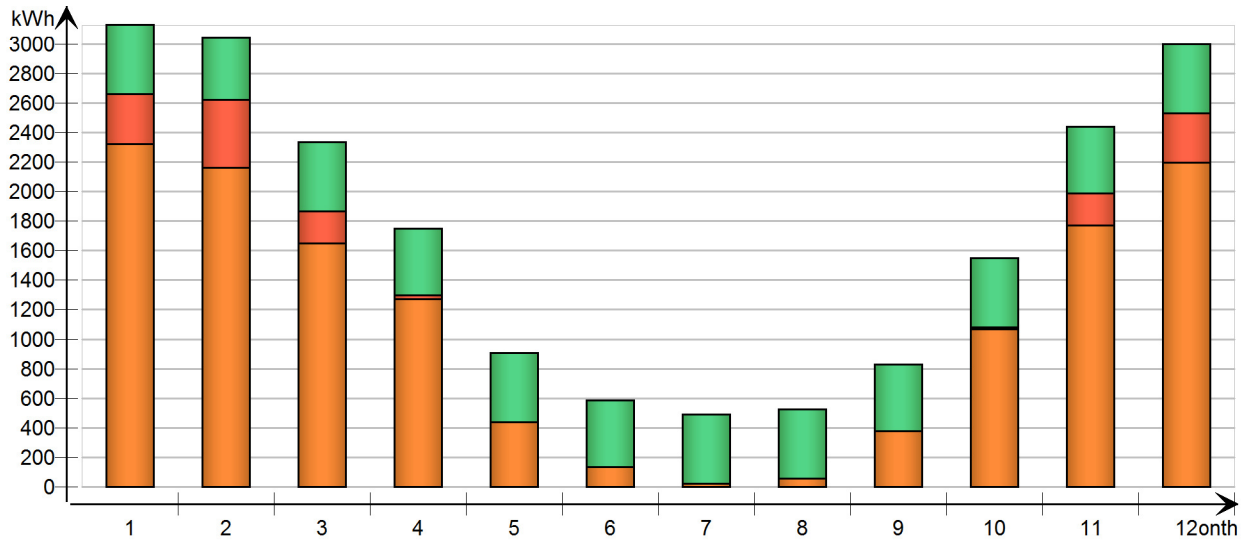
License: IDA40:ICE40XL:18MAY/H1U8P (trial license)

		Systems Energy	
Project		Building	
Energy performance of buildings, Estonia. -The modeling is based to water radiator heating with district heating system. -q50 for apartment building 6.0 m3/[h m2(envelope)] -Building height app. 6 meters -The EP regulation based part of standard equipment load(which has none heat gain) is modeled in "Extra energy and losses" (for detached house). -Window airing with special control macro can be turned on in this building template(detached house) window (see detailed description for using the macro by opening the control macro "EST WindowOpenCtrlForH21C27"). By default window airing is not used in this building template. -No electric sauna stoves		Model floor area	219.8 m ²
Customer		Model volume	671.8 m ³
Created by	Mariliis Mikk	Model ground area	218.0 m ²
Location	Tartu (EST 2012)	Model envelope area	683.9 m ²
Climate file	Estonia_(EST 2012)	Window/Envelope	4.6 %
Case	Sirkli1 varjud läänest	Average U-value	0.2235 W/(m ² K)
Simulated	24.05.2018 0:44:44	Envelope area per Volume	1.018 m ² /m ³

Used energy

kWh (sensible and latent)

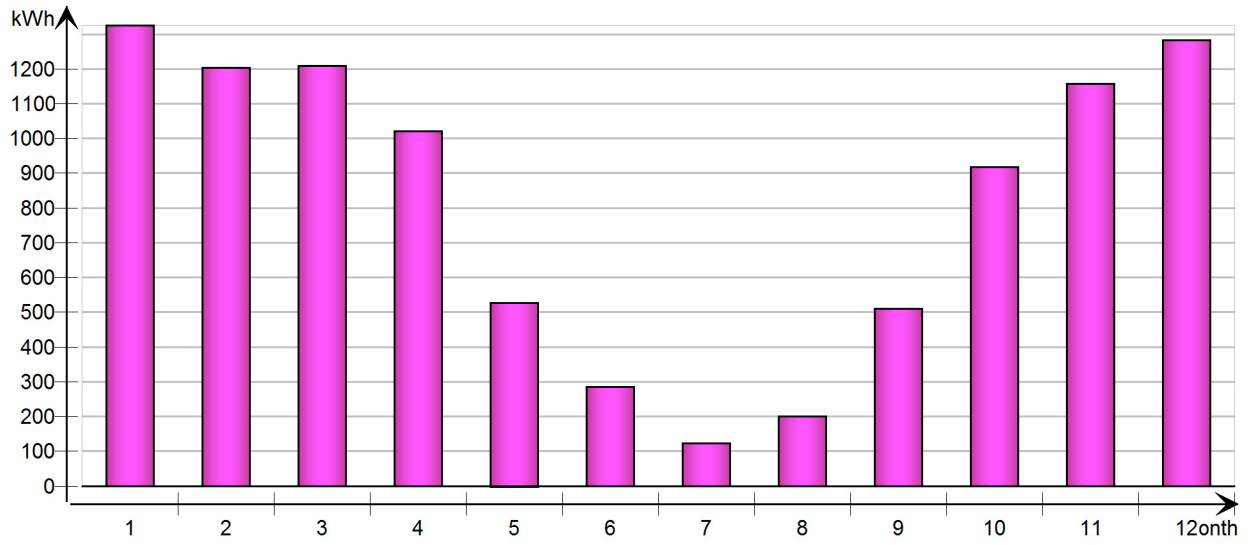
Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water
					
1	2320.0	0.0	337.4	0.0	466.8
2	2162.0	0.0	461.9	0.0	421.6
3	1649.0	0.0	216.8	0.0	466.8
4	1272.0	0.0	26.3	0.0	451.7
5	439.4	0.0	0.2	0.0	466.8
6	133.4	0.0	0.0	0.0	451.7
7	23.3	0.0	0.0	0.0	466.8
8	56.3	0.0	0.0	0.0	466.8
9	375.4	0.0	0.2	0.0	451.7
10	1066.0	0.0	10.9	0.0	466.8
11	1770.0	0.0	219.0	0.0	451.7
12	2194.0	0.0	334.1	0.0	466.8
Total	13460.9	0.0	1606.8	0.0	5496.0



Utilized free energy

kWh (sensible and latent)

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	1325.0	0.0							
2	1203.0	0.0							
3	1209.0	0.0							
4	1021.0	-0.0							
5	526.9	-2.6							
6	284.8	-0.0							
7	123.5	-0.2							
8	200.1	-0.3							
9	510.2	-0.0							
10	918.4	0.0							
11	1157.0	0.0							
12	1283.0	0.0							
Total	9761.9	-3.1							



Generated electric energy

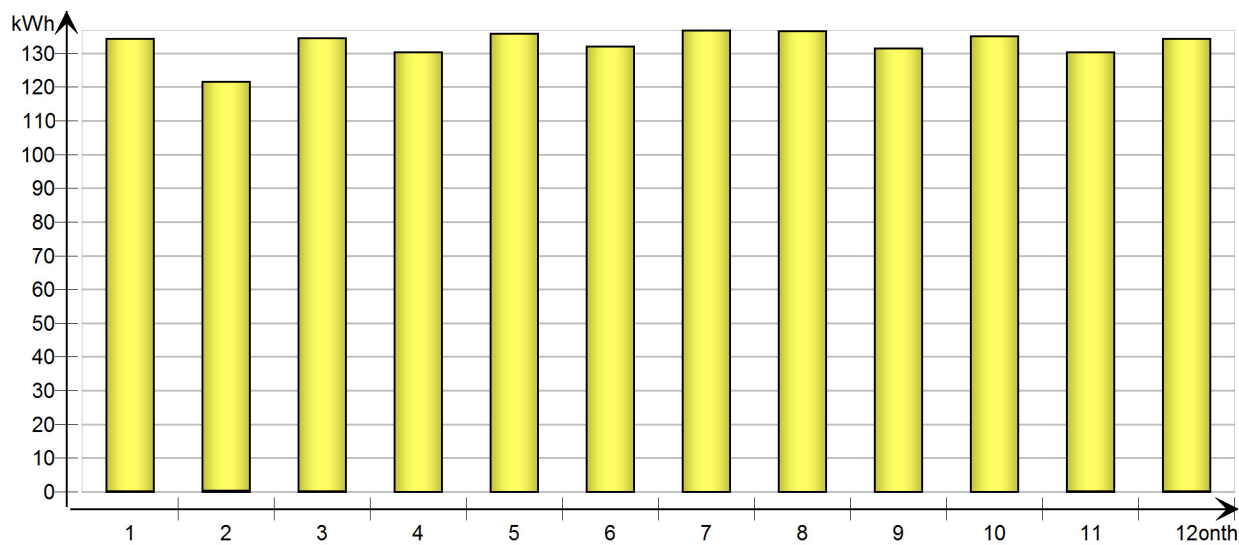
kWh

Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

kWh

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		134.1	0.2
2		121.2	0.3
3		134.4	0.2
4		130.4	0.0
5		135.9	0.0
6		132.0	0.0
7		136.8	0.0
8		136.7	0.0
9		131.5	0.0
10		135.1	0.0
11		130.1	0.2
12		134.2	0.2
Total		1592.4	1.2



Distribution Losses


kWh				
Month	Domestic hot water circuit	Heating	Cooling*	Air ducts*
1	0.0	69.6		0.0
2	0.0	64.9		0.0
3	0.0	49.5		0.0
4	0.0	38.2		0.0
5	0.0	13.2		0.0
6	0.0	4.0		0.0
7	0.0	0.7		0.0
8	0.0	1.7		0.0
9	0.0	11.3		0.0
10	0.0	32.0		0.0
11	0.0	53.1		0.0
12	0.0	65.8		0.0
Total	0.0	403.9	0.0	0.0

*positive loss when conduit is cooler than building

IDA Indoor Climate and Energy

Version: 4.8

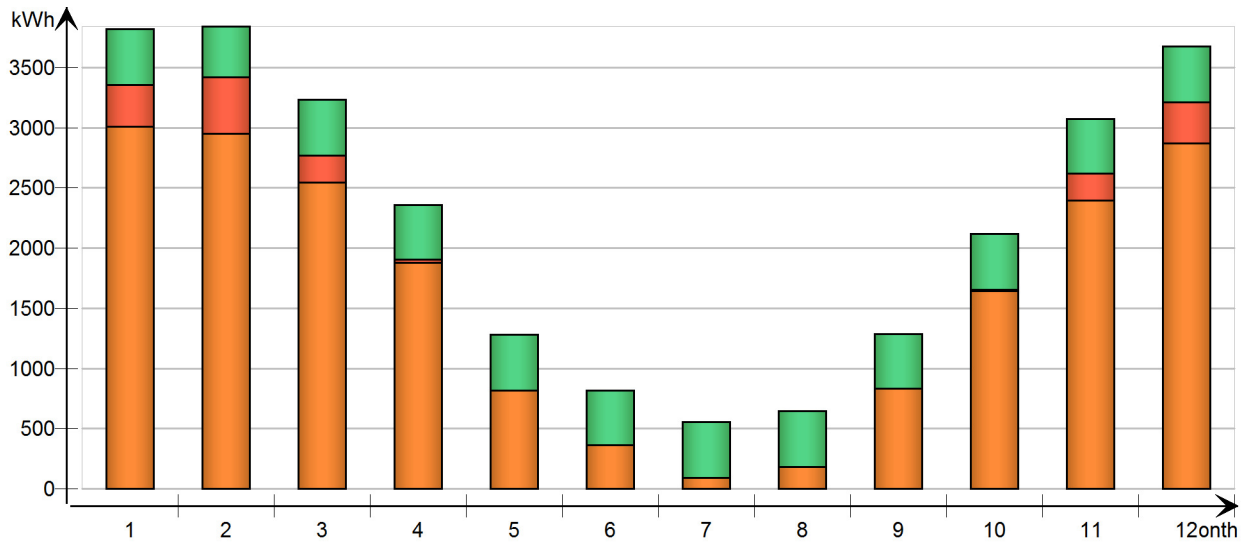
License: IDA40:ICE40XL:18MAY/H1U8P (trial license)

		Systems Energy	
Project		Building	
Energy performance of buildings, Estonia. -The modeling is based to water radiator heating with district heating system. -q50 for apartment building 6.0 m3/[h m2(envelope)] -Building height app. 6 meters -The EP regulation based part of standard equipment load(which has none heat gain) is modeled in "Extra energy and losses" (for detached house). -Window airing with special control macro can be turned on in this building template(detached house) window (see detailed description for using the macro by opening the control macro "EST WindowOpenCtrlForH21C27"). By default window airing is not used in this building template. -No electric sauna stoves		Model floor area	219.8 m ²
Customer		Model volume	671.8 m ³
Created by	Mariliis Mikk	Model ground area	218.0 m ²
Location	Tartu (EST 2012)	Model envelope area	683.9 m ²
Climate file	Estonia_(EST 2012)	Window/Envelope	4.6 %
Case	Sirkli1-3 varjud idast-läände	Average U-value	0.2235 W/(m ² K)
Simulated	24.05.2018 1:22:18	Envelope area per Volume	1.018 m ² /m ³

Used energy

kWh (sensible and latent)

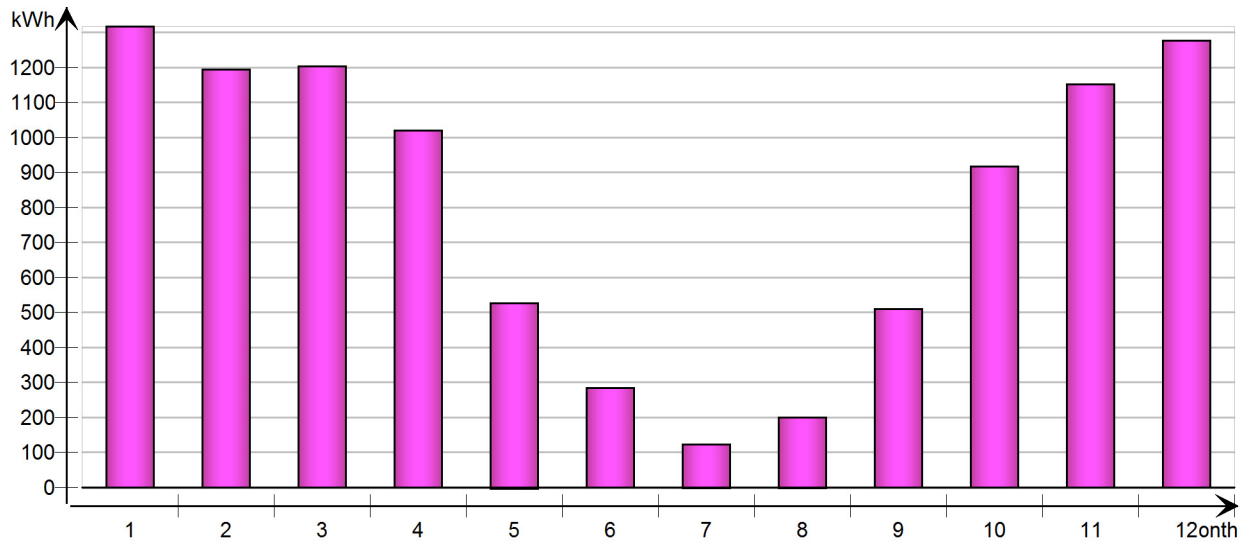
Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water
1	3009.0	0.0	345.6	0.0	466.8
2	2950.0	0.0	470.2	0.0	421.6
3	2545.0	0.0	223.0	0.0	466.8
4	1877.0	0.0	27.8	0.0	451.7
5	814.2	0.0	0.3	0.0	466.8
6	360.8	0.0	0.0	0.0	451.7
7	90.2	0.0	0.0	0.0	466.8
8	180.9	0.0	0.0	0.0	466.8
9	832.0	0.0	0.3	0.0	451.7
10	1643.0	0.0	12.3	0.0	466.8
11	2396.0	0.0	224.5	0.0	451.7
12	2869.0	0.0	340.7	0.0	466.8
Total	19567.1	0.0	1644.7	0.0	5496.0



Utilized free energy

kWh (sensible and latent)

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	1317.0	0.0							
2	1195.0	0.0							
3	1203.0	0.0							
4	1019.0	-0.0							
5	526.9	-3.8							
6	284.9	-0.3							
7	123.4	-1.5							
8	200.0	-1.6							
9	510.2	-0.0							
10	917.1	0.0							
11	1151.0	0.0							
12	1276.0	0.0							
Total	9723.5	-7.3							



Generated electric energy

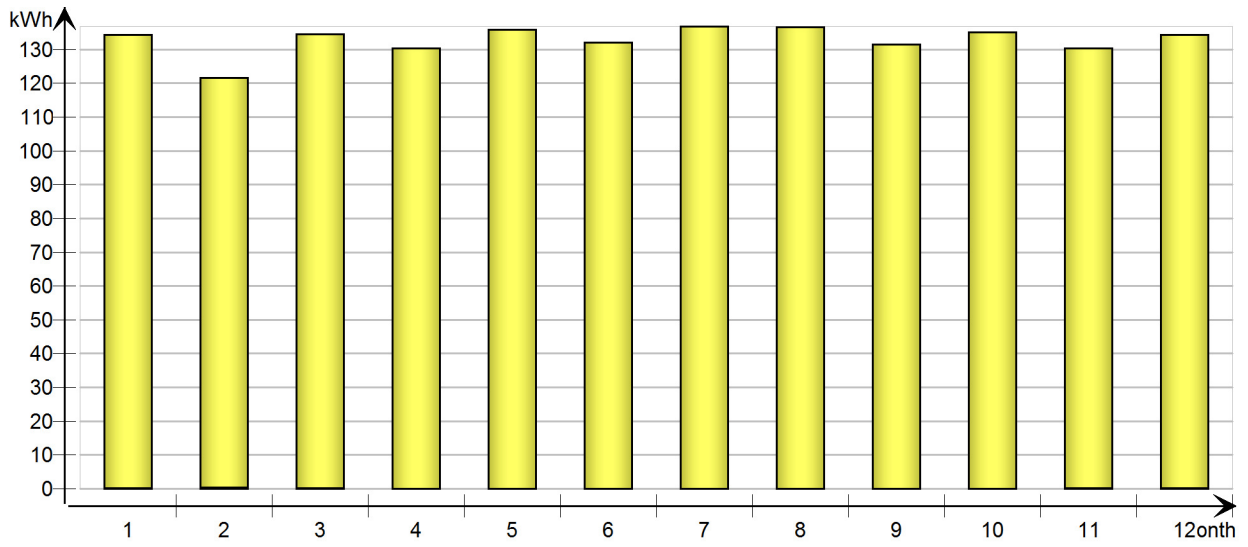
kWh

Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

kWh

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		134.1	0.2
2		121.2	0.3
3		134.4	0.2
4		130.4	0.0
5		135.9	0.0
6		132.0	0.0
7		136.8	0.0
8		136.7	0.0
9		131.5	0.0
10		135.0	0.0
11		130.1	0.2
12		134.2	0.2
Total		1592.3	1.2



Distribution Losses

kWh


Month	Domestic hot water circuit	Heating	Cooling*	Air ducts*
1	0.0	90.3		0.0
2	0.0	88.5		0.0
3	0.0	76.4		0.0
4	0.0	56.3		0.0
5	0.0	24.4		0.0
6	0.0	10.8		0.0
7	0.0	2.7		0.0
8	0.0	5.4		0.0
9	0.0	25.0		0.0
10	0.0	49.3		0.0
11	0.0	71.9		0.0
12	0.0	86.1		0.0
Total	0.0	587.0	0.0	0.0

*positive loss when conduit is cooler than building

IDA Indoor Climate and Energy

Version: 4.8

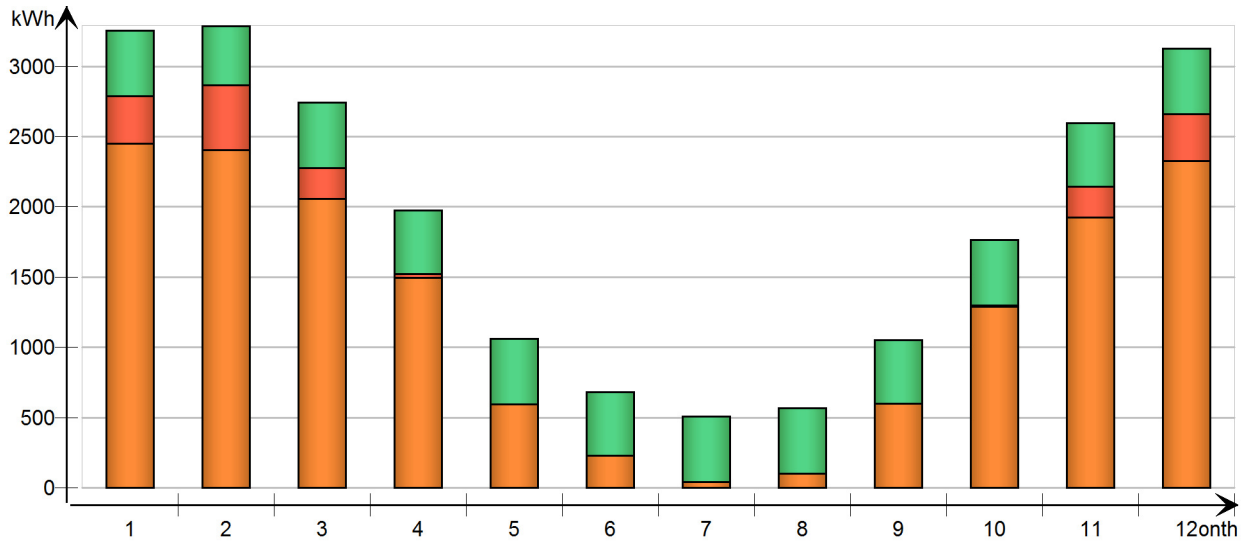
License: IDA40:ICE40XL:18MAY/H1U8P (trial license)

		Systems Energy	
Project		Building	
Energy performance of buildings, Estonia. -The modeling is based to water radiator heating with district heating system. -q50 for apartment building 6.0 m3/[h m2(envelope)] -Building height app. 6 meters -The EP regulation based part of standard equipment load(which has none heat gain) is modeled in "Extra energy and losses" (for detached house). -Window airing with special control macro can be turned on in this building template(detached house) window (see detailed description for using the macro by opening the control macro "EST WindowOpenCtrlForH21C27"). By default window airing is not used in this building template. -No electric sauna stoves		Model floor area	219.8 m ²
Customer		Model volume	671.8 m ³
Created by	Mariliis Mikk	Model ground area	218.0 m ²
Location	Tartu (EST 2012)	Model envelope area	683.9 m ²
Climate file	Estonia_(EST 2012)	Window/Envelope	4.6 %
Case	Sirkli1-3 varjud idast-läände	Average U-value	0.2235 W/(m ² K)
Simulated	24.05.2018 1:17:18	Envelope area per Volume	1.018 m ² /m ³

Used energy

kWh (sensible and latent)

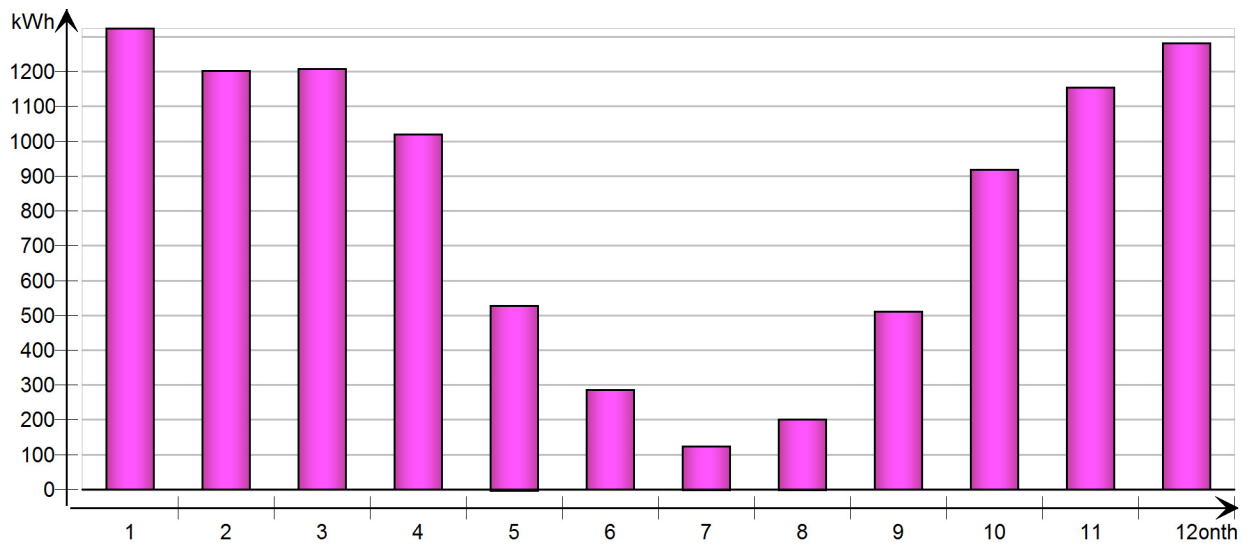
Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water
1	2451.0	0.0	338.3	0.0	466.8
2	2406.0	0.0	463.2	0.0	421.6
3	2056.0	0.0	219.4	0.0	466.8
4	1496.0	0.0	26.6	0.0	451.7
5	593.0	0.0	0.2	0.0	466.8
6	227.4	0.0	0.0	0.0	451.7
7	42.4	0.0	0.0	0.0	466.8
8	100.3	0.0	0.0	0.0	466.8
9	599.1	0.0	0.2	0.0	451.7
10	1289.0	0.0	11.1	0.0	466.8
11	1922.0	0.0	220.2	0.0	451.7
12	2326.0	0.0	334.8	0.0	466.8
Total	15508.2	0.0	1614.1	0.0	5496.0



Utilized free energy

kWh (sensible and latent)

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	1324.0	0.0							
2	1202.0	0.0							
3	1207.0	0.0							
4	1020.0	-0.0							
5	526.9	-4.0							
6	284.8	-0.3							
7	123.4	-1.3							
8	200.1	-1.3							
9	510.1	-0.1							
10	918.2	0.0							
11	1155.0	0.0							
12	1282.0	0.0							
Total	9753.5	-6.8							



Generated electric energy

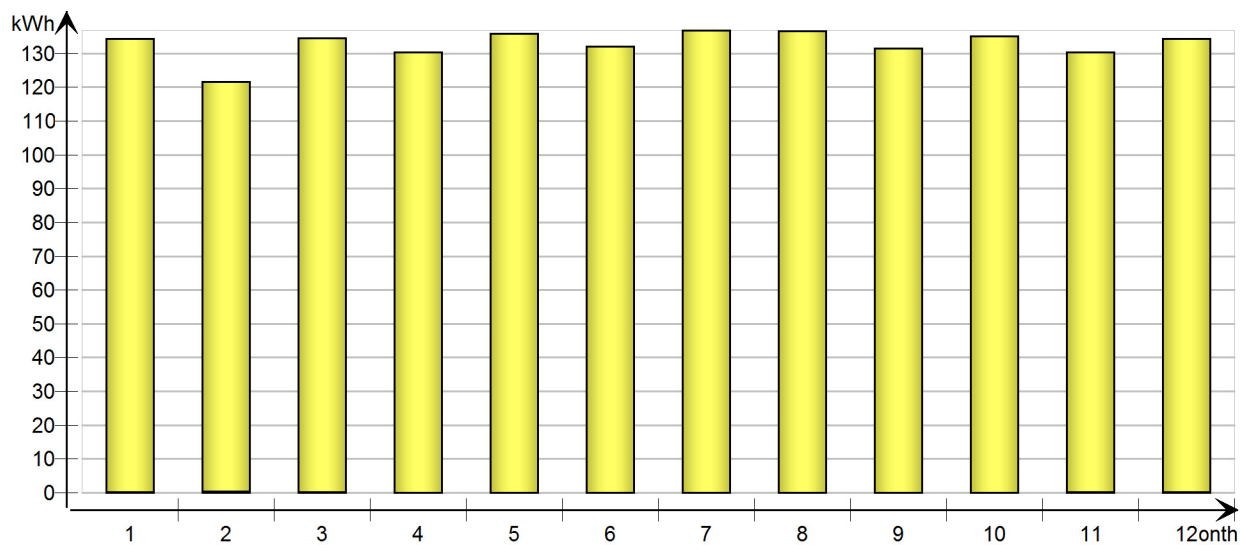
kWh

Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

kWh

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		134.1	0.2
2		121.2	0.3
3		134.4	0.2
4		130.4	0.0
5		135.9	0.0
6		132.0	0.0
7		136.8	0.0
8		136.7	0.0
9		131.5	0.0
10		135.1	0.0
11		130.1	0.2
12		134.2	0.2
Total		1592.4	1.2



Distribution Losses

kWh


Month	Domestic hot water circuit	Heating	Cooling*	Air ducts*
1	0.0	73.5		0.0
2	0.0	72.2		0.0
3	0.0	61.7		0.0
4	0.0	44.9		0.0
5	0.0	17.8		0.0
6	0.0	6.8		0.0
7	0.0	1.3		0.0
8	0.0	3.0		0.0
9	0.0	18.0		0.0
10	0.0	38.7		0.0
11	0.0	57.7		0.0
12	0.0	69.8		0.0
Total	0.0	465.2	0.0	0.0

*positive loss when conduit is cooler than building

IDA Indoor Climate and Energy

Version: 4.8

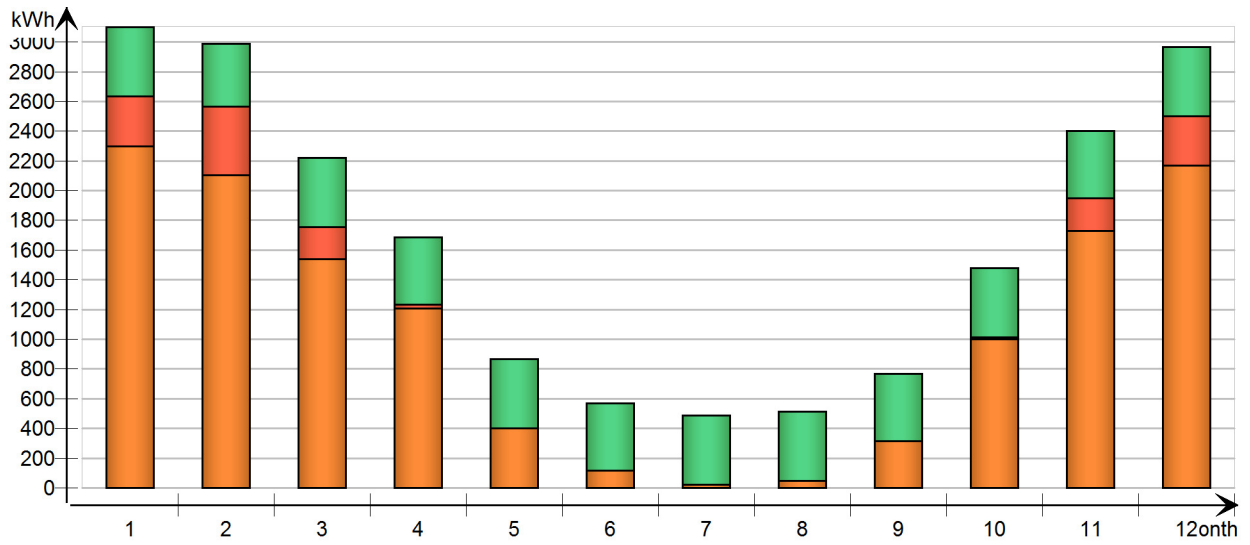
License: IDA40:ICE40XL:18MAY/H1U8P (trial license)

		Systems Energy	
Project		Building	
Energy performance of buildings, Estonia. -The modeling is based to water radiator heating with district heating system. -q50 for apartment building 6.0 m3/[h m2(envelope)] -Building height app. 6 meters -The EP regulation based part of standard equipment load(which has none heat gain) is modeled in "Extra energy and losses" (for detached house). -Window airing with special control macro can be turned on in this building template(detached house) window (see detailed description for using the macro by opening the control macro "EST WindowOpenCtrlForH21C27"). By default window airing is not used in this building template. -No electric sauna stoves		Model floor area	219.8 m ²
Customer		Model volume	671.8 m ³
Created by	Mariliis Mikk	Model ground area	218.0 m ²
Location	Tartu (EST 2012)	Model envelope area	683.9 m ²
Climate file	Estonia_(EST 2012)	Window/Envelope	4.6 %
Case	Sirkli1-3 varjud idast-läände	Average U-value	0.2235 W/(m ² K)
Simulated	14.05.2018 12:10:19	Envelope area per Volume	1.018 m ² /m ³

Used energy

kWh (sensible and latent)

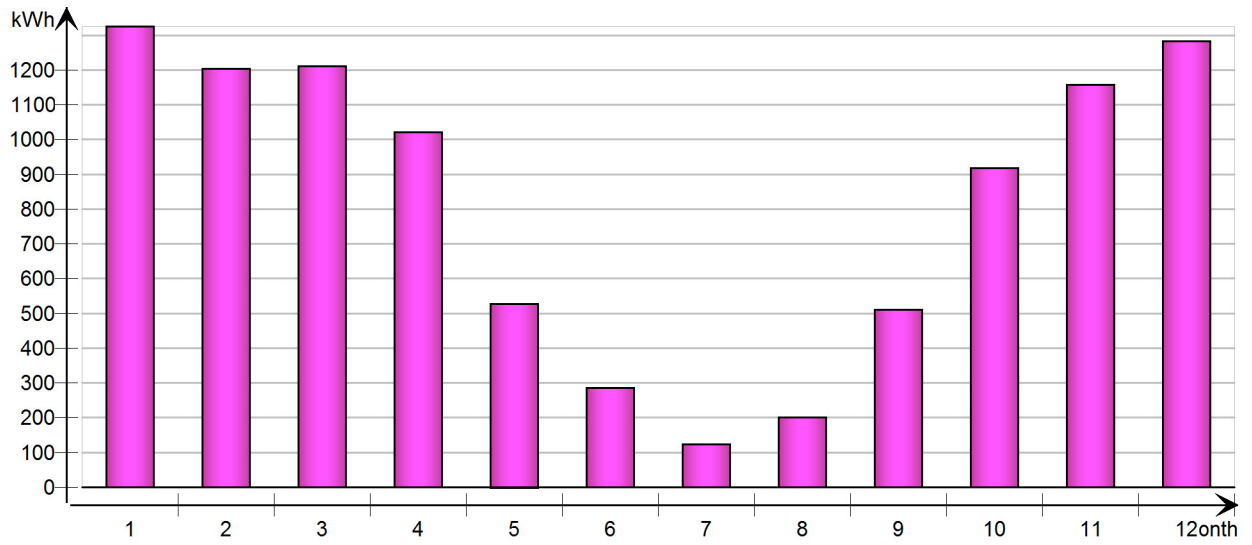
Month	Zone heating	Zone cooling	AHU heating	AHU cooling	Dom. hot water
1	2300.0	0.0	337.3	0.0	466.8
2	2106.0	0.0	461.6	0.0	421.6
3	1540.0	0.0	216.1	0.0	466.8
4	1205.0	0.0	26.3	0.0	451.7
5	399.3	0.0	0.2	0.0	466.8
6	114.6	0.0	0.0	0.0	451.7
7	21.4	0.0	0.0	0.0	466.8
8	46.8	0.0	0.0	0.0	466.8
9	314.8	0.0	0.2	0.0	451.7
10	998.1	0.0	10.9	0.0	466.8
11	1727.0	0.0	218.7	0.0	451.7
12	2167.0	0.0	334.0	0.0	466.8
Total	12940.0	0.0	1605.3	0.0	5496.0



Utilized free energy

kWh (sensible and latent)

Month	AHU heat recovery	AHU cold recovery	Plant heat recovery	Plant cold recovery	Solar heat	Ground heat	Ground cold	Ambient heat	Ambient cold
1	1325.0	0.0							
2	1203.0	0.0							
3	1210.0	0.0							
4	1021.0	-0.0							
5	526.9	-2.2							
6	284.9	-0.0							
7	123.4	-0.1							
8	200.1	-0.1							
9	510.3	-0.0							
10	918.5	0.0							
11	1157.0	0.0							
12	1283.0	0.0							
Total	9763.1	-2.4							



Generated electric energy

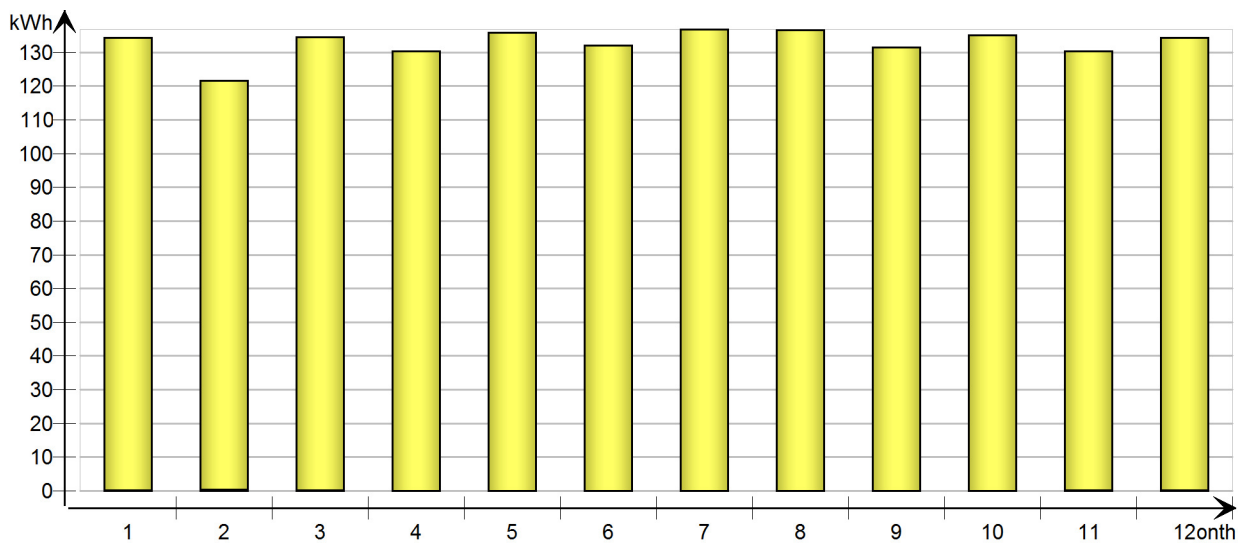
kWh

Month	Solar (PV)	Wind turbine	CHP
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
Total			

Auxiliary energy

kWh

Month	Humidification	Fans	Pumps
1		134.1	0.2
2		121.2	0.3
3		134.4	0.2
4		130.4	0.0
5		135.9	0.0
6		132.0	0.0
7		136.8	0.0
8		136.7	0.0
9		131.5	0.0
10		135.1	0.0
11		130.1	0.2
12		134.2	0.2
Total		1592.4	1.2



Distribution Losses

kWh

Month	Domestic hot water circuit	Heating	Cooling*	Air ducts*
1	0.0	69.0		0.0
2	0.0	63.2		0.0
3	0.0	46.2		0.0
4	0.0	36.1		0.0
5	0.0	12.0		0.0
6	0.0	3.4		0.0
7	0.0	0.6		0.0
8	0.0	1.4		0.0
9	0.0	9.4		0.0
10	0.0	29.9		0.0
11	0.0	51.8		0.0
12	0.0	65.0		0.0
Total	0.0	388.1	0.0	0.0

*positive loss when conduit is cooler than building

IDA Indoor Climate and Energy

Version: 4.8

License: IDA40:ICE40XL:18MAY/H1U8P (trial license)