

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Elektrotehnika instituut

ATV70LT

Aleksandr Koltsov

PÄIKESEKOLLEKTORIGA KÜTTESÜSTEEMI AUTOMAATIKA

Magistritöö

Instituudi direktor prof. Tõnu Lehtla

Juhendaja Argo Rosin

Kaasjuhendaja Taavi Möller

Lõpetaja Aleksandr Koltsov

Tallinn 2014

AUTORIDEKLARATSIOON

Kinnitan, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus. Kõik selle koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Varem ei ole selle alusel kutse- ega teaduskraadi ega inseneridiplomit taotletud. Töö on koostatud litsentseeritud tarkvara abil.

Tallinn, 6.05.2014.a.

.....Aleksandr Koltsov

Sisukord

Magistritöö ülesanne	4
1. Eessõna.....	9
2. Sissejuhatus	10
3. Päikeseenergeetika ajalugu	13
4. Erinevate kollektorsüsteemide liigitus ja ülevaade	16
4.1. Kollektorite liigitus	16
4.2. Kollektoriga küttesüsteemide liigitus.....	18
5. Eramu küttesüsteem	20
5.1. Eramu ja selle küttesüsteemi ruumid	20
5.2. Päikesekollektoritega küttering	21
5.3. Keskküttekatla küttering	25
5.4. Tarbevee ja tubade küttering	26
6. Eramu automaatikapaigaldise projekt	28
6.1. Küttesüsteemi toite-ja ohutusautomaatika komponendid	28
6.2. Toite- ja ohutusautomaatika töötamise põhimõte	33
6.3. Kollektori kütteautomaatika parendamise võimalused	35
6.3.1 Probleem 1 ja lahendused.....	35
6.3.2 Probleem 2 ja lahendused.....	36
6.3.3 Probleem 3 ja lahendused.....	37
7. Käiduandmete analüüs ja tasuvusarvutused	38
8. Kokkuvõte	41
9. Kasutatud kirjandus.....	44
10. Lisad.....	47

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Elektrijaamite ja jõuelektronika instituut

KOOSKÕLASTATUD

Prof. T. Lehtla.....

..... 2014

MAGISTRITÖÖ ÜLESANNE

Aleksandr Koltsov, üliõpilaskoodAAAM

Magistritöö teema:

Päikesekollektoriga küttesüsteemi automaatika

Ülesanne:

Päikeseküttesüsteemi projekteerimine ja rakendamise analüüs eramule.

Lähteandmed:

1. Veebipõhised ülevaated päikeseküttelahendustest
2. Eramu ehitusprojekt ja elektripaigaldise projekt
3. Päikesekollektoritega küttesüsteemide ja seadmete käsiraamatud
4. Automaatikasüsteemide käsiraamatud
5. Maja omanike soovid ja nägemused

Lahendamisele kuuluvate probleemide loetelu:

1. Ajalooline ülevaade päikeseenergeetika arengutest ja rakendamisest küttelahendustes
2. Objekti kirjeldus sh ülevaade hoone parameetritest ja algsest küttelahendusest
3. Päikesekollektorite rakendamine küttesüsteemides sh ülevaade päikesekollektoritest ja päikesekollektoritega küttesüsteemidest
4. Küttesüsteemi automaatikapaigaldise projekteerimine sh
 - a. küttesüsteemi funktsionaalskeemi koostamine ja eri sõlmede kirjeldamine
 - b. küttesüsteemi automaatikaosa põhimõtteskeemi koostamine ja kirjeldamine
 - c. küttesüsteemi komponentide valik ja kirjeldamine

5. Kollektor kütte-ja ohutusautomaatika parendamise võimalused
6. Süsteemi käiduandmete analüüs sh
 - a. energiatootlikkuse analüüs kuude lõikes
 - b. hinnang süsteemi tasuvusele võrreldes alternatiivsete kütte lahendustega

Magistritöö esitada hiljemalt 31.05.2014 eesti keeles 2 eksemplaris, referaatidega eesti ja kahes võõrkeeles.

Juhendaja:

Ülesande vastu võtnud:

Vanemteadur Argo Rosin Üliõpilane Aleksandr Koltsov.....

ATV70LT

Päikesekollektori küttesüsteemi automaatika

Aleksandr Koltsov, üliõpilaskood 121862AAAMM, mai 2014. – 56 lk.

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Energeetikateaduskond

Elektrotehnika instituut, elektrotehnika aluste õppetool

Töö juhendajad: Argo Rosin

Töö konsultant: Taavi Möller

Võtmesõnad:

Päikesekollektorid, päikeseenergeetika, kollektorsüsteemide liigitus, päikese kollektorite tüübid, eramu küttesüsteem, eramu toite- ja ohutusautomaatika paigaldise projekt, päikese käiduandmete analüüs.

Referaat:

Päikeseenergeetika jaguneb kolmeks suureks valdkonnaks: passiivmajade soojendamise, elektrilised päikesepaneelid, päikesekollektorid. Teema on aktuaalne, sest paljud soovivad saavutada eramule energeetilist autonoomsust ja „võita“ elektrienergia turuhinnas.

Kollektoreid võib liigitada kahte rühma: plaatkollektorid ja vaakumtorukollektorid. Lähemalt saab tutvuda nendega 4. peatükis.

Kollektoriga küttesüsteeme jagatakse kahte liiki:

- Loomuliku- ja otsese tsirkulatsiooniga päikeseküttesüsteem
- Sund- ja kaudse tsirkulatsiooniga päikeseküttesüsteem

Uurimistöö käigus sai ülesjoonistatud antud eramu näitel küttesüsteemi ja selle elektripaneeli toite- ja ohutusautomaatika. Kõik need alamsüsteemid sai lahti kirjeldatud ja koostatud dokumentatsioon.

Küttesüsteemi parendades tuli arvestada majaelanike nõudeid. Nende soovid ja küttesüsteemi mured on toodud välja peatükis kuus. Samas peatükis on nendele probleemidele toodud välja lahendus viisid.

Kollektorsüsteemiga sai mõõdetud kWh-de terve aasta (2013.aprillist kuni 2014.vebruarini). Käiduandmetest lähtudes tehti lihttasuvus analüüs ja järeldused. Sellest räägitakse peatükis 7.

Lisades on toodud parandatud versioon toite- ja ohutusautomaatika elektriskeemidest.

ATV70LT

Автоматика солнечных коллекторных систем

Александр Кольцов, код студента 121862АААММ, май 2014. – 56 стр.

ТАЛЛИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ * Энергетический факультет

Электротехнический институт

Кафедра электропривода и электроснабжения

Руководитель работы: Argo Rosin

Руководитель работы: Taavi Möller

Ключевые слова: солнечные коллекторы, солнечная энергетика, деление солнечных коллектор систем, типы солнечных коллекторов, питания и техники безопасности коллекторных систем, проанализировка данных коллекторных систем.

Реферат:

Солнечная энергетика делится на три основных направления: использование пассивного отопления, солнечных электрических панелей и солнечных коллекторов. Тема является своевременной, поскольку многие дома оборудуются со стремлением к достижению автономии и выигрыше в рыночной цене электроэнергии.

Коллекторы можно разделить на две группы: плоские коллекторы и трубчатые вакуумные коллекторы . Подробности можно найти в главе 4.

Коллекторы системы отопления делятся на два типа:

- система отопления с естественной открытой циркуляцией
- система солнечного нагрева с принудительным обращением.

Процесс исследования был обращен к примеру системы отопления частного дома, системы питания и техники безопасности. Каждая из этих подсистем подробно описана в той же главе.

Пришлось принять во внимание требования жителей дома в совершенствовании системы отопления. Их пожелания и проблемы системы отопления приведены в шестой главе. Решение этих проблем приведены в той же главе.

В течение года (с апреля 2013 до февраля 2014) системой коллекторов измеряли энергию в кВтч. Полученные данные были проанализированы и сделаны выводы. Это обсуждается в главе 7.

В приложениях приведена исправленная версия системы питания и автоматике системы безопасности в виде электрических схем.

ATV70LT

Waterheating system for private house

Aleksandr Koltsov, student code 121862AAAMM, May 2014. – 56 pages

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY * Faculty of Power Engineering

Department of Electrical Engineering

Chair of Electrical Drives and Electricity Supply

Tutor of the work: Argo Rosin

Taavi Möller

Key words: Solar water heating collectors, solar collector systems, collector types, private house heating systems, private house collector source and safety automation project, simplified dataanalyse for solar water heating system

Summary:

Solar energetics is divided into three main categories: passive house heating, electrical solar panels and solar water heating collectors. The topic is popular because a lot of people want to achieve house energy autonomy and win in energy consumption.

Collectors are divided into two groups: plate collectors and vacuumtube collectors.

Details about collectors can be found in chapter 4.

Solar water heating systems are categorized into two groups:

- Thermosyphon systems and direct circulation of solar water heating
- Forced-circulation and indirect circulation of solar water heating

In this research was made schemes of given private house heating system and power source and safety schemes. All these subsystems were explained and documented.

The heating system was improved by taking account the needs of inhabitants of the house. All their needs and heating system problems were given in chapter six. In the same chapter are given theoretical solutions for these problems.

With collector system was made data measurement for a year (2013.April to 2014. February). Data were analysed and made conclusion. All the information is given in chapter 7.

In the last chapter are given improved schemes of the power source and safety automation.

1. EESSÕNA

Antud lõputöö tema valik sai tehtud tänu minu vanematele ja juhendajatele. Vanemad soovisid, et oleks koostatud eramu küttesüsteemi ning selle toite- ja ohutusautomaatika projektdokumentatsioon. Antud teemaga pöördusin oma juhendaja Argo Rosina ja kaasjuhendaja Taavi Mölleri poole, kes olid nõus mind antud teemal juhendama.

Sooviksin tänu avaldada oma vanematele ja juhendajatele, kes aitasid mind selles raskes protsessis. Olen neile väga tänulik.

2. SISSEJUHATUS

Küttesüsteem on väga tähtis elamuhoone osa, sest selle kliima määrab ruumis viibivate inimeste heaolu. Pikas perspektiivis ebasoodne kliima mõjutab ka tervist. Parasvöötme kliimavööndis elavad inimesed viibivad ligikaudu 90% oma eluajast ruumides [1]. Selleks, et inimene tunneks antud ruumis hästi ja pikas perspektiivis hoiaks tervist, on vaja hea küttesüsteemiga eramuid ja hooneid.

Elektrienergia hinna kiire kasv soodustab aina rohkem vaatama alternatiivsete küttesüsteemide poole. On selge, et 98 % kasutatavast energiast pärineb otseselt või kaudselt päiksel [2]. Tekib küsimus, kuidas seda energiat rakendada majade kütte ja tarbevee tootmiseks.

Antud lõputöö teema sai valitud seetõttu, et uuritaval objektil (eramu asukoht on Harjumaa Anija vald Lilli küla Paveli talu) puudus küttedokumentatsioon. Küttesüsteemi on 3 korda ümber ehitatud, kuid ühelgi korral, erinevate ettevõtete poolt projektdokumentatsiooni kasutajale ei antud. Reaalse süsteemi alusel seoses lõputööga taastati küttesüsteem ja selle toite- ja ohutusautomaatika projekti skeemid. Küttesüsteemi projektide taastamine oli keeruline ja mahukas töö. Lisaks eramu omanikud soovisid, et uuritakse küttesüsteemi parendamise võimalusi. Eramu omanikeks on minu vanemad, seega suurem osa informatsioonist sai küsitletud nendelt.

Hetkel eramu küttesüsteem asub eramu keldrikorrusel, jaotatuna kolme keldriruumi vahel. Algupäraselt (1988.a. kuni 2005.a.) paiknesid katlaruumis ainult Leedu päritoluga keskküttekatel Neris, 130 [1] tarbevee boiler ja raud torustikud. Tegemist oli loomliku tsirkulatsiooni küttesüsteemiga. Külmemal perioodil oli vajalik ööpäeva jooksul maja kütta kaks korda.

2005.aastal ehitati välja sundtsirkulatsiooniga keskküttekatasüsteem. Peale keskkütte renoveerimist külmemal kütteperioodil piisas katelt kütta üks kord ööpäeva jooksul. 2006.a. kuni 2010.a. soojustati maja välisseinad, millega säästetakse aastas kütte pealt 30 %. 2012.aasta sügisel paigaldati eramule päikesekollektorite süsteem, millega 36 % vähenes kivisöe tarbimine.

Põhjus, miks otsustati antud objektil päikesekollektorid paigaldada on selles, et soojuspumpade kasutuselevõtt oleks tollel hetkel tarbijale liiga kallis ja geoloogilised piirangud olid ka faktoriks. Seega otsus jäi päikesekollektorite kasuks, mida täienduseks ehitati akumulatsioonipaagile. Päikesekollektorite küttesüsteemi valik on perspektiivne, arvestades edaspidist elektrienergia hindade kasvu.

2012. aasta sügisel uuritavale eramule paigaldati küttesüsteemile lisaks kuus päikesekollektorit ja üks elektripaneel ning muud lisad. Süsteemi põhieesmärgiks on toota sooja tarbevett kasutajale ja küttevett malmradiaatoritele. Toetavalt on lisatud küttesüsteemi pumpadele elektripaneeli elektritoide.

Suvel toodetakse sooja tarbevett ainult päikesekollektorite süsteemiga. Sügisel ning kevadisel perioodil köetakse kaminat, kollektoritest toodetakse sooja tarbevett ning lisa küttevete soojust malmradiaatoritesse. Hilissügisel köetakse keskküttehju perioodiliselt lisaks. Talvel köetakse hoonet põhiliselt keskküttehju abil. Küttematerjaliks on kivisüsi.

Hetkel antud eramu soojusallikas on sundtsirkulatsiooniga ja kaudse päikeseküttesüsteemiga. Sundtsirkulatsiooni iseloomustavad pumpade olemasolu küttesüsteemis. Kaudset tsirkulatsiooni iseloomustab soojusvaheti ning tarveveeboilerite olemasolu küttesüsteemis.

Antud lõputöö eesmärgiks on anda ülevaade päikesekollektoritega küttesüsteemi põhimõtetest antud eramu näitel. Selle objekti alusel analüüsitakse antud päikesekollektoritega kütte-, toite- ja ohutussüsteemi ning selle käiduandmeid koos lihttasuvusarvutustega.

Uurimistöö on jagatud kümneks osaks, millest esimesed kolm on eessõna, sisukord ja sissejuhatus. Kolmandas peatükis antakse ajalooline ülevaade päikeseenergeetika arengust ja rakendamisviisidest küttelehendustes. Neljandas peatükis vaadeldakse päikesekollektorite liigitust ja seal hulgas anname ülevaate rakendamisviisidest päikesekollektoriga küttesüsteemides.

Viiendas peatükis kirjeldatakse ülevaade antud eramu küttesüsteemi lahendusest. Selle näite alusel uuritakse küttesüsteemi põhimõtteskeeme. Põhimõtte skeemid on lahti seletatud

elementaarsel kujul, et lugejale oleks võimalikult kerge mõista eramus paiknevat küttesüsteemi.

Kuuendas peatükis kirjeldatakse küttesüsteemi toite-ja ohutus automaatikapaigaldist, kus käsitletakse kolme põhiteesi:

- Küttesüsteemi toite- ja ohutus automaatikaosa põhimõtteskeemid ja kirjeldamine
- Toite- ja ohutusautomaatika komponentide valik ja kirjeldus
- Kollektorite kütte ja selle toite- ning ohutusautomaatika parendamise võimalused ja probleemide analüüs

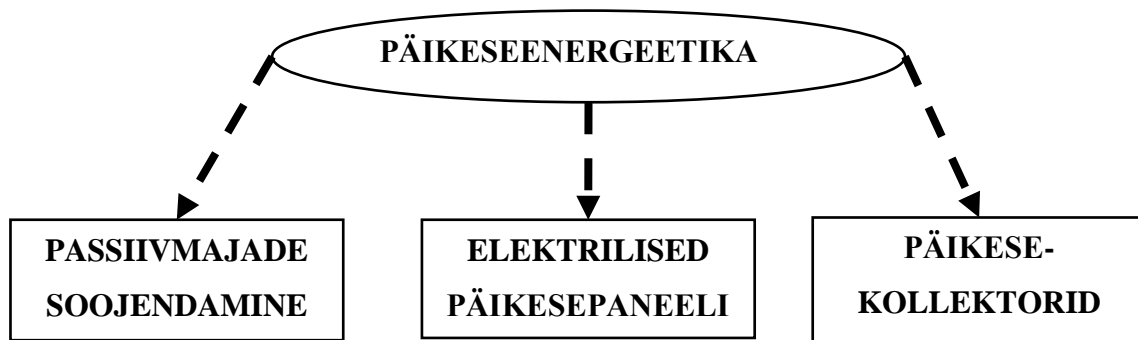
Seitsmendas peatükis uuritakse käiduandmete analüüsi ja tasuvusarvutusi. Käiduandmete analüüsi sooritades kasutati päikesepumba kontrollerist saadud informatsiooni. Andmete töötlemiseks kasutati arvuti programmi Excel. Andmete analüüsimisel saadud joonistega on võimalik tutvuda seitsmendas peatükis.

Lisades näidatakse küttesüsteemi põhimõtteskeemi, kus on kõik kütteringid omavahel seotud. Lisaks tuuakse välja tehnilised joonised kütte toite- ja ohutusautomaatika kohta. Viimasel leheküljel on näidatud tehniliste joonistel olevate komponentide tabel.

Lõputöö lugeja saab ülevaate päikeseenergeetika ajaloost, päikesekollektorite ehitusest ja nende kasutamisest küttesüsteemides. Eramule taastatakse küttesüsteem ja selle toite- ja ohutusautomaatika projekti skeemid. Lisaks sooritatakse käiduandmete ja lihttasuvusanalüüs ning lõpetuseks küttesüsteemidega seotud probleemide lahenduste välja toomine.

3. PÄIKESEENERGEETIKA AJALUGU

Päikeseenergeetika jaguneb kolmeks valdkonnaks: esimene valdkond on päikesega passiivmajade soojendamine, teiseks valdkonnaks on päikesepaneelidega elektritootmine ja viimaseks valdkonnaks on päikesekiirgusega tarbe- ning küttevee tootmine ehk päikesekollektorid. [3]



Joonis 3.1. Päikeseenergeetika jagunemine kolmeks valdkonnaks

Juba 2500 aastat tagasi Vana Kreekas kasutati päikese liikumise ja päikeseenergiat. Vana kreeklased asetasid maju suunaga idast läände, et lõuna suunatud kivist majasein soojeneks. Päevasel ajal küttis päike lõuna poolse seina soojaks. Öösel kuumenenud sein kiirgas soojust siseruumidesse. Põhja poolset seina kaitsti taimestikuga külmade tuulte eest. [3]

Huvitav fakt on see, et terved linnad olid ehitatud nagu malelaud. Selline ehitusviis võimaldas võimalikult rohkesti kasutada ära lõunast tuleva päikesekiirgust. Näideteks võiks tuua Colophon, Olynthus ja Priene linnad. [3]

John Perlini artikli alusel antiik rooma arhitekt Vitruvius soovitas ehitajatel täielikult sulgeda põhjapoolne sein s.t. ehitada sein ilma akendeta ja maja ehitada avatumaks just lõuna poole. Lõuna poolsed aknaraamid kaeti klaasiga ja tollel ajal kutsuti neid *heliocamini*. [3]

Ehitisi edasi arendades roomlased ühendasid kasvuhuone ja elamuhuone kokku. Talvisel päikeselisel päeval küttis päike kasvuhuone üles. Kasvuhoonest saadud soojus suunati majja. Öösiti kasvuhuone ja elamu vahel uks suleti, et eramust soojust mitte välja lasta. [3]

Pärast II maailmasõda Tucsoni arhitekt Arthur Brown tuli ideele asetada lõuna poolse musta värvi seina ette klaasi. Sein oli umbes 21 cm paks, sest tema andmetel soojus liikus 2,54 cm ühikus. Õhtu saabudes seina läbinud soojus hakkas soojendama eramu tube. [3]

Šveitsi looduseuuriija Horace de Saussure konstrueeris esimese algelise päikesekollektori umbes 1760. aastatel. Saussure ehitas klaasiga kaetud männi kasti sisse veel kaks klaasist kastikest ja paigaldas algelise kollektori päikese kätte. Kasti sees olevaks temperatuuriks sai ta 109 °C. See oli esimene päikesekollektor [3].

1839.aastal Prantsuse füüsik Alexandre-Edmond Becquerel avastas fotogalvaanilise efekti, mille efekti tulemusel valgusenergia muudeti elektrienergiaks. Kahjuks efekti tulemust ei osanud ta lahti seletada [4].

Fotoelektrilise efekti taas avastas 1887.aastal Heinrich Rudolf Hertz ja praktikas tõestas Vene füüsik Aleksandr Stoletov. 1905.aastal efekti täpsemat olemust selgitas Albert Einstein kvantfüüsika põhimõtetel. 1921.aastal sai ta Nobeli füüsikapreemia. [4]

1876. aastal William Grylls Adams ja tema õpilane Richard Evans Day, avastasid, et seleeni abil on võimalik toota elektrit. 1883.aastal Ameerika leiutaja Charles Fritts oli esimene, kes ehitas seleenil põhinevad päikesepatareid. [4]

1954.aastal Daryl Chapin, Calvin Fuller ja Gerald Pearson arendasid Belli laborites ränist fotoelemendi. See laboratoorium suutis toota ränist päikesepaneele, mille efektiivsus oli 6 protsenti. [2]

1959.aastal Hoffmann Electronics tõi massiturule 10% efektiivsusega päikesepatareid. 1960.aastal asutati Wisconsinis Dogville'is ettevõtte Silicon Sensors Inc, kus toodeti seleenil ja ränil põhinevatel fotoelemente. [2]

1976.aastal töötasid David Carlson ja Christopher Wronski RCA laboratooriumist, kus nad töötasid välja esimese amorfsest ränist fotoelemendi. 1976.aastal David Chapin, Calvin Fuller and Gerald Pearson leiutasid maailma esimese päikeseelemendi, mille kasuteguriks saadi algul 4% ja hiljem kuni 11%. [2]

1918.aastal Jan Czochralski, Poola teadlane, mõtles välja kuidas kasvatada mono-kristall räni. 1992.aastal arendas Lõuna-Florida ülikool välja 15,9-protsendilise kasuteguriga õhukese kaadmium-telluriidist päikeseplatari elemendi. [2]

Esimese müügile orienteeritud päikesekollektori tõi müügile Clarence Kemp Baltimore Marylandist (üks USA sadama linn). Ta patenteeris selle süsteemi nimetusega Climax 1891. aastal. Toode oli peaaegu sama ehitus põhimõttega, mida Horace de Saussure uuris. Climaxi müüdi 25 dollari eest. Climax andis terve ööpäeva kuuma vett, sest tegemist oli sooja kliimaga (Baltimore linn asub USA-s umbes sama laiuskraadil, mis Itaaliagi). [3]

1911. aastal William J. Baled patenteeris päikesekollektori süsteemi, kus kollektorid ja soojust koguv veepaak oli eraldatud võrreldes Climax-iga. Lisaks süsteem oli nüüd selline, et musta värvi klaasist kasti sees olid peened mustad torud, mis soendasid vee üles. Kuumutatud vesi liikus loomuliku tsirkulatsiooniga paaki, mida omakorda võis tarbida. [3]

Selle peatüki kokkuvõtteks võib öelda, et päikeseenergeetika on läbinud pika arenguloo. Juba enne Kristust kasutati päikeseenergiat s.t. ettenägelikult päiksega soojendati oma elamuid. Päikeseenergeetika aluspanijaid oli Alexandre-Edmond Becquerel, kes avastas fotogalvaanilisi efekti. Efekti täpsemat olemust selgitas Albert Einstein kvantfüüsika põhimõtetel, mille eest sai ta ka Nobeli füüsikapremia. Horace de Saussure leiutas esimese päikesekollektori.

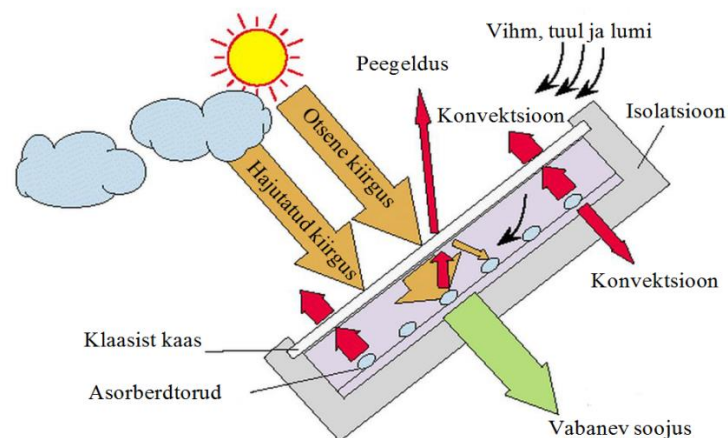
4. ERINEVATE KOLLEKTORSÜSTEEMIDE LIIGITUS JA ÜLEVAADE

4.1. KOLLEKTORITE LIIGITUS

Üldiselt oma ehituse poolest jagatakse kollektorid järgmiselt [5]; [6] ; [7]:

- Plaatkollektoriteks,
- Vaakumtorukollektoriteks.

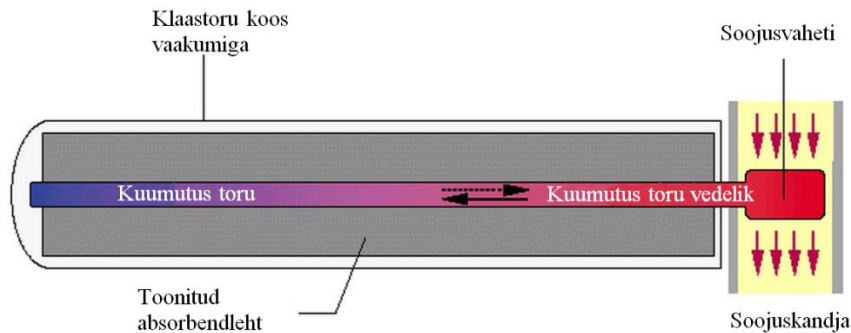
Plaatkollektori põhikomponentideks on: läbipaistev kaas, kollektoriraam ja selle sees olevad absorbent torud. Absorbent torud muundavad päikesekiirguse soojuseks ja kütavad vee või spetsiaalse antifriisi üles. Kõik plaatkollektori komponendid peavad vastu pidama kõrgele kuumusele. Absorbent torud on tehtud vasest, terasest või alumiiniumist. Kollektoriraam võib olla tehtud plastikust, metallist või puust. Plaatkollektor peab olema hermeetiliselt kinnine. Paljudel kollektoritel on kontrollitud ventilatsioon, et vältida kondensatsiooni tekkimist klaaskaanele. Kollektori konstruktsioon peab olema soojuskindel, et vähendada soojuskadusid. Lamekollektorid on suunatud lõuna poole, kui asukoht on põhja poolkeral. Nurk on seotud vastavalt nii, et nende kasutegur päikeselt on kõige suurem [5] [7]. Vaata joonist 4.1.



Joonis 4.1. Plaatkollektori töötamise põhimõtet kirjeldav skeem [7]

Vaakumtorukollektorite konstruktsioon koosneb paralleelselt paigutatud vaakumtorudest. Vaakumtoru koosneb kinnisest klaastorust, mille sees on absorbeeriva võimega toonitud absorbentpind ja kuumutustoru. Päike kuumutab vaakumtoru sees olevat kuumutustoru. Kuumutustoru sees aurustatakse spetsiaalne temperatuuri tundlik aine. Aurustunud vedelik

kondenseerub soojusvaheldis. Soojusvaheldis antakse soojus edasi soojuskandjale. Vaata joonist 4.2 [7].



Joonis 4.2. Vaakumtorukollektori töötamise põhimõtet kirjeldav skeem [7]

Lamekollektori eelised on järgmised [8]:

- Plaatkolektorite kiirgust neelava absorbeerri üldpindala on suurem kui vaakumtorukollektoritel
- Töökindlamad ja kaks korda pikema eeldatava elueaga
- Tugevama kestaga, profileeritud alumiiniumraam ja lisaks karastatud 4 mm katteklase
- Üle temperatuuri kaitse
- Suveperioodil tootlikumad, sest päikeselisi päevi on rohkem
- Antifriis on tunduvalt odavam ja pikema kasutuseaga kui vaakumtorukollektorites
- Nõuavad vähest hooldust

Lamekollektori puudused on järgmised [8]:

- Talveperioodil tootlikus on väiksem kasulikku pinda arvestades
- Annavad kollektorite pinnalt rohkem soojust ära, võrreldes vaakumtorukollektoritega.

Vaakumtorukollektorite eelised on järgmised [8]:

- Soojuskaod on minimaalsed
- Talveperioodil tootlikumad, kuna parem vastuvõtlikkus hajusa kiirguse vastu
- Võime suunata vaakumtorud päikesekiirguse suunda
- Vaakumtorusid on võimalik taaskasutada ja taas täita vaakumiga

Vaakumtorukollektorite puudused on järgmised [8]:

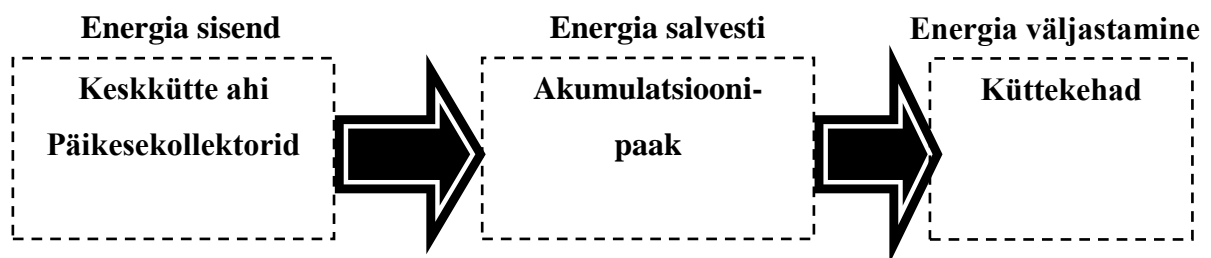
- Vaakumtorude nõrkus klaasmaterjali tõttu
- Vaakumi kadumine vaakumtorudest
- Ülekuumenemise oht

- Vaakumkollektorid on kallimad võrreldes samasse kvaliteedi klassi kuuluvad plaatkollektorid
- Suhteliselt uus tehnoloogia

4.2. KOLLEKTORIGA KÜTTESÜSTEEMIDE LIIGITUS

Igat küttesüsteemi võib mõtteliselt jagada kolmeks osaks (vaata joonist 4.3):

1. Soojusallikaks ehk energiasisendiks;
2. Soojuse akumulereerimine ehk energia salvestiks;
3. Soojuse väljastamine ehk energia väljastus.



Joonis 4.3. Antud eramu näitel küttesüsteemi energia ülekande energia sisendist energia väljastamiseni

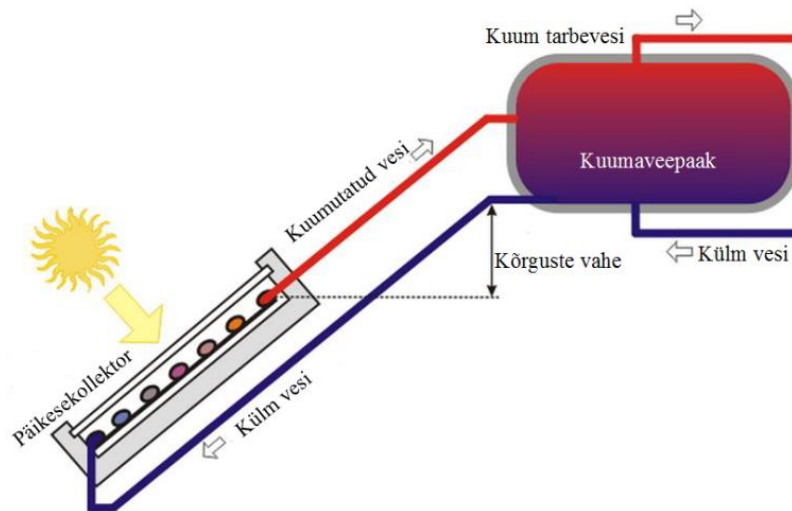
Kollektor küttesüsteeme on võimalik jagada kahte suurde rühma. Keerukas kollektorküttesüsteem koosneb sundtsirkulatsioonist ja kaudsest ühendusest. Lihtne kollektorküttesüsteem koosneb loomulikust tsirkulatsioonist ja otsesest ühendusest [9].

Otsese ja kaudse ühendusega päikesekollektorite süsteemid [9]:

1. Otsese ühendusega päikesekollektori süsteem on näiteks basseini kollektorkütte s.t. kollektoris kuumutatud vesi suunatakse otse basseini ilma soojusvahetita.
2. Kaudse ühendusega päikesekollektorid töötavad soojusvahetite ja spetsiaalse antifriis tööühimõttel.

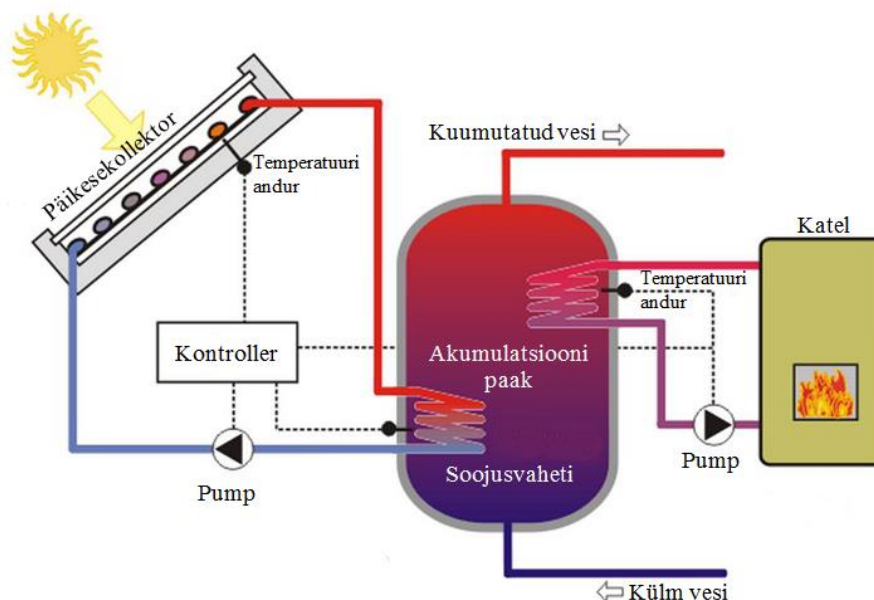
Tüüpiline päikeseküttesüsteem koosneb päikese kollektorist ja eraldi (või koos) seisvast küttepaagist [9]. Kollektoriga küttesüsteemi võib jagada kahte liiki:

1. Loomuliku tsirkulatsiooniga ehk passiivne päikeseküttesüsteem. Soojuskandja liigub soojusallikast küttekehani tänu sooja ja jahutatud keskkonna erikaalude erinevusele [10]. Tsirkulatsiooni põhimõte seisneb selles, et külm vesi on raskema eritihedusega kui soe vesi. Seega külm vesi vajub veepaagis põhja [7].



Joonis 4.4. Loomuliku ehk passiivse tsirkulatsiooniga töötav kollektor küttesüsteem [7]

2. Sundtsirkulatsiooniga ehk aktiivse päikeseküttesüsteem, millel on tsirkulatsiooni pumbad, temperatuuri andurid ja kontrollid. Päike kütab päikesekollektori üles. Kui kollektori temperatuuri andur annab signaali kontrollile, et kollektoris antifriisi temperatuur on kõrge, siis kontroll käivitab pumba. Pumbaga tekib sundtsirkulatsioon, kollektori ja soojusvaheti vahel. Antud soojus akumulatsioonipaagis, mida vastavalt vajadusele on võimalik kasutada [7]. Vaata joonist 4.5.



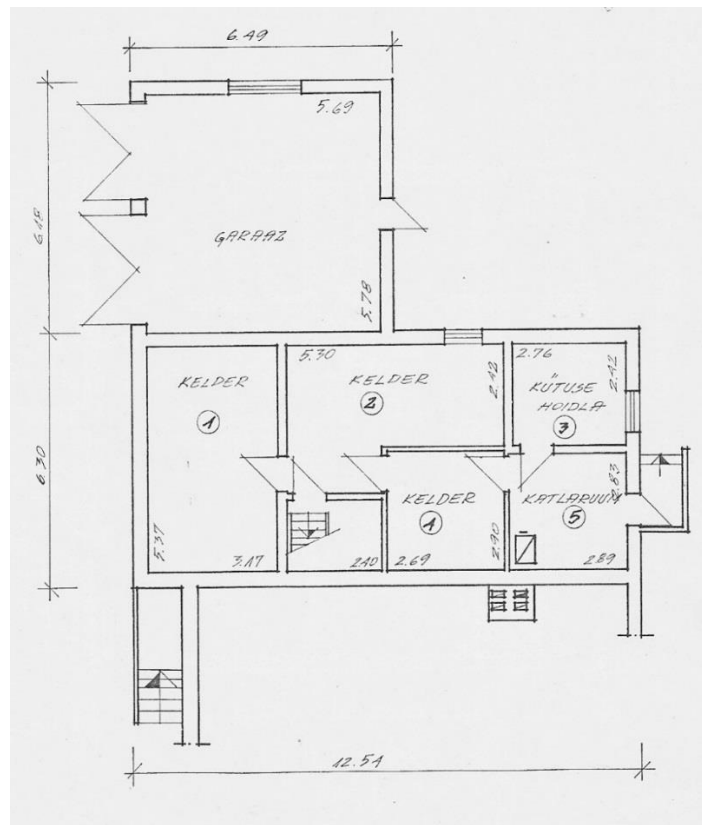
Joonis 4.5. Sund ehk aktiivse tsirkulatsiooniga ja kaudse ühendusega töötav kollektor-küttesüsteem [7].

5. ERAMU KÜTTESÜSTEEM

5.1. ERAMU JA SELLE KÜTTESÜSTEEMI RUUMID

Eramu ehitati TOOMAS 5 projekti alusel 1988. aastal MÕIGU KEK poolt. Seinad materjalideks kasutati silikaltsiit paneele. Lagi ehitati armeeritud betoonpaneelidest. Aastatel 2006 kuni 2010 renoveeriti hoonet. Väljast poolt soojustati nii seinad kui ka vundament. Seinad soojustatud kivivillaga, kaetud tuuletõkkeplaadiga ja kanada plastmass voodrikattega. Vundament soojustati vahtplastiga. Majaomanike sõnul tänu eramu soojustamisele säästetakse aastas 30% kivist.

Maja kätav pind on 115 m². Eramu küttesüsteem asub eramu keldrikorrusel. Küttesüsteemi põhikomponendid asuvad katlaruumis (mõõdmetega 2,89 x 2,83 [meetrit]), kütusehoidlaruumis (mõõdmetega on 2,76 x 2,42 [meetrit]) ja neljandas keldriruumis (mõõdmetega on 2,69 x 2,90 [meetrit]). Ülejäänud keldriruume joonisel 5.1 tähistatud „kelder 1“ ja „kelder 2“ ei kasutata küttesüsteemi otstarbeks.



Joonis 5.1. Eramu keldrikorruse skeem: 1-keldri esimene ruum, 2- keldri teine ruum, 3- kütusehoidla, 4- keldri neljas ruum, 5-katlaruum

Algupäraselt (1988-2005. aastal) oli loomuliku tsirkulatsiooniga keskküttesüsteem. Katlaruumis paiknesid ainult Leedu päritoluga keskküttekatel Neris, 130 [L] tarbevee boiler ja raud torustikud. Keskkütte paisupaak asus kõige kõrgemas torustiku tipus ehk pööningul. Tubades paiknevad malmradiaatorid. Kütteperioodil pidi katelt kütma kaks korda ööpäevas.

2005.aastal ehitati sundtsirkulatsiooniga tava keskküttekatla süsteem s.t. ilma päikesekollektorita küttesüsteem. Katlaruumis asuvad 1100 liitrine akumulatsioonipaak, soojusvaheti, katel, 50 liitrine paisupaak ja pumpade toite- ja ohutusjuhistik. Neljandas keldri ruumis asub 150 liitrine paisupaak ja tarbeveeboiler. Kütusehoidlas asub kivisüsi ja küttepuud. Seega kaks ruumi koos küttehoidlaga moodustavad küttesüsteemi ruumid.

2012.aastal paigaldati küttesüsteemile lisaks päikesekollektorite süsteem. Põhjus, miks paigaldati just päikesekollektorid maakütte asemel, on selles, et eramu paikneb madala paekivipinnasega alal. Tollel hetkel spetsialistide sõnul oleks maakütte paigaldamine tunduvalt kallim olnud kui päikesekollektorite paigaldamine.

Päikesekollektorite paigaldamine on tunduvalt kergem. Päikesekollektorite soojusvaheti keevitati akumulatsiooni paagi külge ja kollektoreid paigaldada katusele, mis ei ole nii keeruline võrreldes maakütte paigaldamisega. Maakütte paigaldus nõuab sügavate ja pikkade kraavide kaevamist, mis on rahaliselt kulukas.

5.2. PÄIKESEKOLLEKTORITEGA KÜTTERING

Kollektorite kütteringi eesmärgiks on „sisestada“ energiat küttesüsteemi ja salvestada see soojusvaheti abiga akumulatsioonipaaki. Kollektori küttering koosneb üheksast põhielemendist.

Akumulatsiooni paagi eesmärgiks on salvestada soojusenergiat. Antud hoone akumulatsioonipaak on 1100 liitrine, millele on külge keevitatud soojusvaheti, mis on torustikuga ühendatud päikesekollektoritega. Kollektorite soojusvaheti eesmärgiks on ühendada ja vahetada soojusenergiat kollektorite ja akumulatsioonipaagi vahel. Vaata joonist 5.2.

Antifriisi väljalaskepaagi eesmärgiks on süsteemi ülekuumenemise ehk avarii korral mahutada kollektorite antifriisi. Päikesekollektorite paisupaagi eesmärgiks on tagada süsteemi rõhu „paindlikust“. Vaata joonist 5.4.

Kuus päikesekollektorit on tüüpi TiSUN FM-S. Eesmärgiks on anda süsteemi soojussisend. Päikesekollektori ühe paneeli pindala on 2,59 m². Kuus paneeli kokku moodustavad 15,54 m² üldpindala. Ühe paneeli välimised mõõdud 2,16 x 1,18 x 0,09. Ühe paneeli kaal 47 kg ja kollektori piirtemperatuuriks on 211 kraadi. Kollektorid on toodetud Austrias. Vaata joonist 5.3. [11]

Kollektorite temperatuuriandur mõõdab kollektorites olevat temperatuuri ja saadab antud andmed kollektorite pumbakontrollerisse. Akumulatsioonipaagi temperatuuriandur mõõdab akumulatsioonipaagi keskkohast temperatuuri ja saadab andmed kollektorite pumba kontrollerisse.

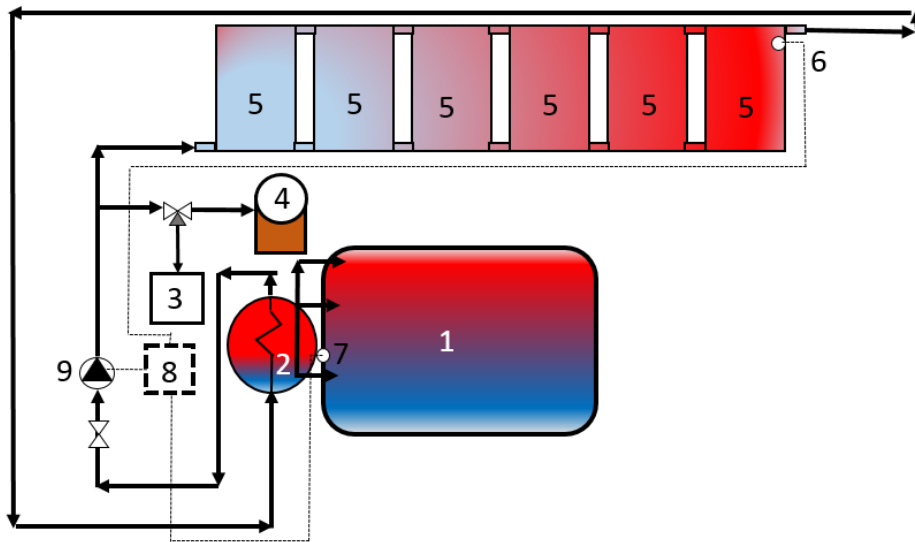
Kollektorite pumbakontroller TiSUN Duplex Basic double-loop juhib temperatuuriandurite sisendite alusel kollektorite pumpa. Vaata joonist 5.5.

Ühefaasiline päikese kollektoripump Grundfos Solar PM 15-85. Eesmärgiks on kollektori kütteringis sundtsirkulatsiooni tekitada. Tegemist on A-klassi pumbaga ($P_{\max}=70W$), mis säästab kuni 70% energiat. Vedeliku voolamise kiirust on võimalik kontrollida PWM-signaaliga. Anti-korrosiooniga töödeldud. Keskmiseks töötamise temperatuuriks kuni +95 °C. Pump on mõeldud süsteemile rõhuga kuni 10 bar [12] Vaata joonist 5.5.

Vaata joonis 5.2. Katusel asuvad 6 päikesekollektorit, mis toodavad soojusenergiat päikesekiirgusest. Päikeselt omandatud energiaga kuumutatakse kollektorites spetsiaalset antifriisi. Kui esimese ja teise temperatuuri andurite näidu vahe on 12 °C, siis pumbakontroller käivitab kollektorite kütteringipumba. Pump tekitab sundtsirkulatsiooni kollektorite ja soojusvaheldi vahel. Soojusvaheldi on omakorda ühendatud akupaagiga, kuhu akumulatsioonitakse soojust.

Kollektorite kütteringi on integreeritud paisupaak ja spetsiaalselt antifriisile mõeldud väljalaskepaak. Paisupaak on selleks, et antifriis temperatuuri mõjul saaks paisuda ja rõhuga ei lõhuks küttesüsteemi torustikku [13].

Kui avarii korral kollektorites antifriis kuumeneb üle 100 °C ja paisupaak ei suuda kõrget rõhutaset hoida, siis rakendub 3-T ventiil, mis laseb antifriisi väljalaskepaaki.



Joonis 5.2. Päikesekollektoritega kütteringi struktuurdiagramm. 1-akumulatsioonipaak; 2-soojusvaheti; 3-antifriisi väljalaskepaak; 4- paisupaak; 5- päikesekollektorid; 6-Kollektorite temperatuuriandur; 7- akumulatsioonipaagi temperatuuriandur; 8- pumba kontrolleri; 9- päikesekollektorite kütteringi pump



Joonis 5.2. Akumulatsioonipaak (vasakul pildil) ja soojusvaheti (paremal pildil)



Joonis 5.3. Kuus päikesekollektorit



Joonis 5.4. 50 liitrine paisupaak (vasakul pildil) ja antifriisi väljalaskepaak (paremal pildil)



Joonis 5.5. Päikesekollektorite pump ja selle kontrolleri

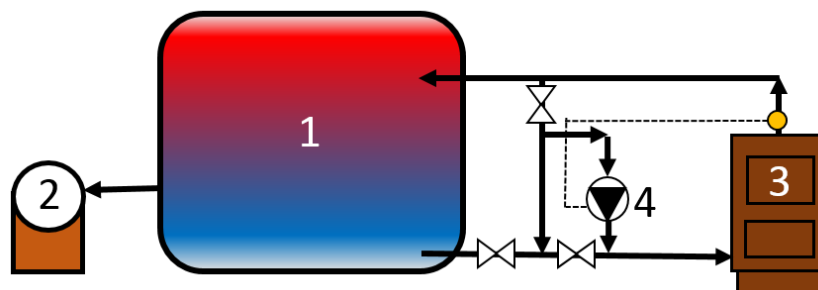
5.3. KESKKÜTTEKATLA KÜTTERING

Keskküttekatla kütteringi eesmärgiks on soojendada tarbe- ja küttevett katlaga. Keskküttekatel on nagu ka päikesekollektoridki soojusenergia „sisend“ ja akumulatsioonipaak on energiasalvesti. Keskküttekatla küttering koosneb neljast põhielemendist. 1100 liitrilise akumulatsioonipaagi tööülesandega juba tutvuti. 150 liitrise paisupaagi ülesandeks on tagada süsteemi vastupidavust rõhule. Vaata joonist 5.7.

Katel 2K-32 Solida 6 SIME 30,2 kW. Ülesandeks on soendada kütte-ja tarbevett. Katel on ettenähtud kivisöega kütmiseks, kuid samas saab kütta ka puiduga.

Pump Grundfos UPS 25-40 on kütteringipump. Tegemist on ettevõtte Grundfos pumbaga (Tüübiga UPS 25-40 180 230V). Pump töötab sagedusel 50 Hz. IP 44, mis tähistab kaitset enam kui 1 mm tahke keha eest ja kaitset pritsmete eest. Pumba klass on F. Kui katla temperatuur tõuseb üle 60 kraadi, siis käivitub kütteringi pump. Andmed pärinevad pumba andmesildilt.

Vaata joonist 5.6 keskkütteahju kütteringi komponentideks on akumulatsioonipaak, pump, keskkütteahi, paisupaak ja torustikud. Torustikud on tähistatud nooltega. Kui keskkütteahi saavutab temperatuuri üle 60 °C, siis termorelee käivitab katlakütteringi pumba. Küttering hakkab toimima vastu päeva suunas.



Joonis 5.6. Keskküttekatla küttering. 1- akumulatsioonipaak; 2- paisupaak; 3- keskküttekatel; 4- keskküttekatla Grundfos pump

Küttering on teostatud niimoodi, et oleks teostatud nii loomulik tsirkulatsioon kui ka sundtsirkulatsioon. Sundtsirkulatsiooni all mõeldakse kütteringi toimimist pumba abiga.



Joonis 5.7. Keskküttekatel (vasakul pildil) ja paisupaak (paremal pildil)

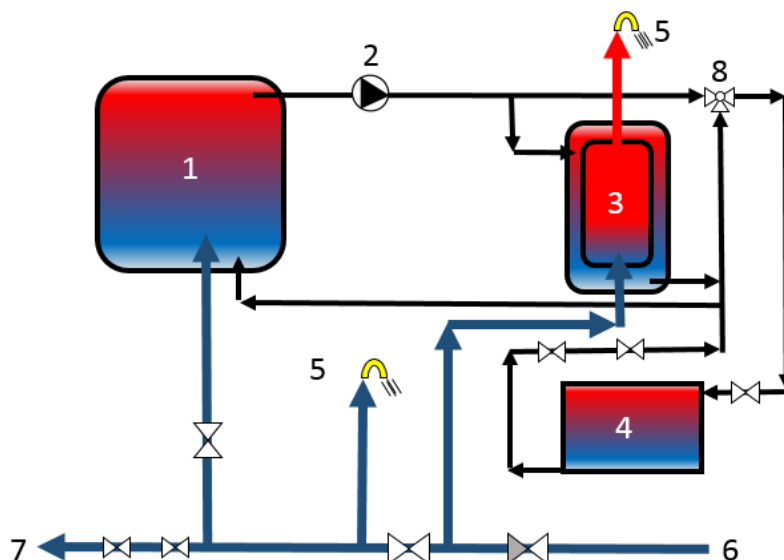
5.4. TARBEVEE JA TUBADE KÜTTERING

Et tubades oleks inimestele soodne kliima ja kraanist tuleks soe tarbevesi, on tarvis tarbevee ja tubade kütteringi. Tarbevee ja tubade küttering koosneb 7 põhielemendist. Vaata joonist 5.8.

Tegemist on ettevõtte Grundfos tsirkulatsiooni pumbaga (tüüp UPS 25-60 180 230V). Pump töötab sagedusel 50 Hz. IP 44, mis tähistab kaitset enam kui 1 mm tahke keha eest ja kaitset pritsmete eest. Pump on klass H. Pumba andmed pärinevad pumba andmesildilt.

Tarbevee boiler on tarbevee soojendamiseks mõeldud paak. Vaata joonist 5.9. Eramu üheksas erinevas ruumis kasutatakse küttekehadena erinevate ribade arvuga malmist radiaatoreid. Arvestades, et tegemist on vesiküttesüsteemiga, siis küttekehade kuuma vee pealevool on antud juhul sundtsirkulatsiooniga. Vaata joonist 5.8. Manuaalne 3-T ventiil on 10 astmeline.

Küttesüsteemi illustreerib joonis 5.8 lihtsustatud struktuur skeemina. Akumulatsioonipaagi ülesandeks on salvestada sooja küttevett. Kui pump käivitub, siis osa veest on võimalik suunata malmist radiaatoritesse. Osa akumulatsioonipaagi küttevett läheb tarbevee boilerisse vee soojendamiseks. Tarbevee boileris surutakse külmavett peale. Manuaalne 3-T ventiil on selleks, et suunata veevooge. Antud joonisel on näha, kuidas suunatakse tagasi kütteringist tagasitulev ehk külm kütte- ja tarbevesi.



Joonis 5.8. Tarbevee ja tubade kütteringi lihtsustatud põhimõtte skeem.

1- akumulatsioonipaak; 2- tsirkulatsioonipump; 3- tarbevee boiler; 4- küttekehad; 5- tarbevee kasutus; 6- külmavee trass; 7- külm vesi õue

Tarbevee ja tubade kütteringi eesmärgiks on soojuse ülekanne ja „väljastus“. Antud kütteringi teeb eriliseks see, et tarbevee jaoks on oma energiasalvesti ehk tarbeveeboiler. Soojuse väljastajateks on malmist radiaatorid.



Joonis 5.9. Sooja tarbevee boiler ja malmradiaatorid

Tahkeküttesüsteem ainsana ei vastanud majaelanike soovidele. Nende nõudeks oli võrreldes kivisõega puhtama ja odavama soojusenergia allika hoonesse integreerimine . Selleks otsustati kasutada päikesekollektoreid, mis võimaldava säästa ka kivisütt.

6. ERAMU AUTOMAATIKAPAIGALDISE PROJEKT

6.1. KÜTTESÜSTEEMI TOITE-JA OHUTUSAUTOMAATIKA KOMPONENDID

Elektripaneeli vajadus seisneb pumpade autonoomses energia vajaduses. Elektripaneel asub kõrvuti eramu katusel paiknevate kollektorite kõrval. Küttesüsteemi toite- ja ohutusautomaatika asub keldri kütteruumis.

Antud eramu kütteautomaatika toite- ja ohutussüsteemil täidab neli eesmärki:

- 1) anda toidet pumbakontrollerile ja kollektorite pumbale,
- 2) anda toidet tsirkulatsioonipumbale ja keskküttekatla pumbale.
- 3) ohutuse eesmärgil elektrivõrgu toitekadumisel ümber lülitus vaheldi toitele ja vastupidi.
- 4) erinevate toitekontuuride ümberlülitus.

Selleks, et mõista toite-ja ohutusautomaatika süsteemi, on tabelis 6.1 toodud välja nimekiri toite-ja ohutusautomaatika komponentidest. Tabeli parempoolses veerus on lühidalt lahti seletatud, mis ülesanne on igal komponendil küttesüsteemis täita.

Tabel 6.1. Toite- ja ohutusautomaatika elementide tabel

Jrl.nr	Elemendid	Lühikirjeldus
1.	Elektripaneel NAPS SAANA 245W TP3 MBW	Muundada päikeseenergia elektrienergiaks
2.	Uhlmann Solar Charge kontrollerr PR1010	Laadida õigete impulssidega akupanka
3.	Akupank	24 V DC akupanga eesmärgist on salvestada energiat.
4.	Nordic Power inverter	Vaheldi, mis muundab 24 VDC 230 VAC
5.	Automaatkell PHILEX	Lülitada vastavalt ajale ühe faasilist tsirkulatsioonipumpa sisse ja välja
6.	Kontroller TiSUN Dulpex Basic double-loop	Fikseerida sisendina anduri näidud, töödelda ja vastavalt juhtida pumpa
7.	Grundfos SSRH50	Kollektori kütteringipump
8.	Grundfos UPS 25-60	Tsirkulatsioonipump
9.	Grundfos UPS 25-40	Katlakütteringi pump
10.	Schneider iK60N	Kaitseüliti B25A Kaitsta ning lahutada akude laadimis kontrollerit ja akude kontuuri

Tabel 6.1. Jätkub

Jrk.nr	Elemendid	Lühikirjeldus
11.	Schneider iK60N	Kaitسلüliti C16A Kaitsta ning lahutada vaheldi ning päikesekollektorite kontrolleri kontuuri
12.	ABB SH200	Kaitسلüliti B20A Vaheldi ehk inverteri kontuuri kaitsta ning lahutada
13.	Tundmatu kaitسلüliti (Nimetus kulunud)	Kaitsta ja lahutada katlakütteringi pumba kontuuri
14.	Tundmatu kaitسلüliti (Nimetus kulunud)	Kaitsta ja lahutada tsirkulatsiooni pumba kontuuri
15.	Carlo Gavazzi Monitoring Relay DC Under Voltage Type DUA52	Madalpinge relee, mis kaitseb akude liigtühjenemise vastu
16.	Omron MKS 3PIN-5	Lülitusreele
17.	Finder 40.52	Lülitusreele
18.	Roca 90 °C	Termorelee ehk bimetall tajur

Tabelist 6.1 võib järeldada, et toite- ja ohutustehnika komponentide minimaalne arv on 18 ja igal komponendil on oma ülesanne täita. Järgmises peatükis antakse täpsem ülevaade antud süsteemi komponentidest.

Lisaks päikesekollektoritele paigaldati üks elektripaneel Naps Saana 240W TP3 MBW, mille eesmärgiks on toita elektriga küttesüsteemi pumпасid ja kontrollereid. Tegemist on kõrge efektiivsusega fotoelektrilise polükristall-päikesepaneeliga (*Polycrystal solar panel*). Enamasti nimetatud paneelide kasutegur jääb 15 protsendi juurde [2].

NAPS Saana fotoelektrilised päikesepaneelid (PV-paneelid) iseloomustab efektiivsus, kõrge võimsustegur ja maksimaalselt minimiseeritud kaod. PV-paneel talub ekstreemseid ilmastikuolusid ja on töökindla konstruktsiooniga, mis tagab pika eluea. NAPS Saana PV-paneelid on spetsiaalse pinnatekstuuriga, mis takistab päikesekiirtel peegelduda ja võtta vastu päikeseenergia maksimaalsel tasemel. PV-paneelid vastavad IEC61730 standardile ja II klassi IEC61140 kaitseklassi standardile [14]. Tehnilised andmed on välja toodud tabelis 6.1. [15]

Antud objektil on kasutusel Uhlmann Solar Charge kontrolleri PR1010, mis sobib nii 12 VDC kui ka 24 VDC aku laadimiseks. Sellel päikesekontrolleril on suur ekraan, mis võimaldab näha erinevaid näite aku hetkelise laetuse astmest. PR1010 on varustatud uuendusliku

laadimisalgoritmiga, millesse on integreeritud dünaamiline liiglaadimiskaitse ja tarbija manuaalne väljalülitamine. Lisaks on täielik elektroonikakaitse ja välise temperatuurianduri rakendamise võimalus [16]. Vaata joonist 6.2 ja tabelit 6.2.



Joonis 6.1. Objekti elektripaneel (vasakul pildil) ja Uhlmann Solar Charge kontrolleri PR1010 (paremal pildil)

Tabel 6.1. NAPS Saana elektripaneeli tehnilised andmed [15]

Näidud standartsete testimis oludes	245 TP3 MBW
Maksimaalne võimsus (W/P_{max})	245
Maksimaalne võimsus tolerants (W)	+5 / -0
Vool (tüüpilise maksimaalse võimsuse juures) (A/I_p)	8,13
Pinge (tüüpilise maksimaalse võimsuse juures) (V/V_p)	30,1
Lühisvool (tüüpiline) (A/I_{sc})	8,58
Potentsiaali pinge (tüüpiline) (V/V_{oc})	37,3
Mooduli minimaalne efektiivsus (miinimum) (%)	15,3
Mooduli efektiivsus (maksimaalne) (%)	15,6

Tabel 6.2. Uhlmann Solar Charge kontrolleri PR1010 tehnilised andmed [16]

Tehnilised andmed 50 °C juures	PR1010
Maksimaalne laadimisvool	10A
Maksimaalne tarbijale suunatud vool	10A
Maksimaalne lubatav vool	110%
Tarbija liigvoolust lahti ühendus pärast 1 sekundit	125%
Maksimaalne enda voolutarve	12 mA
Lubatav ümbritsev temperatuur	-10...+50 kraadi
Ühendus terminal	16/25 mm ²
Kaal	350 grammi
Mõõdud	187x96x44 mm
Kaitseklass	IP22
Süsteemi võimaldatav pinge	12/24V

Akupank koosneb kahest 12 V akust, mis on ühendatud jadamisi. Jadamisi ühendatuna moodustavad kaks akut 24 V akupanga, mis on toiteks vaheldile ehk inverterile. Akud on

ettevõttelt SIAP. Tüüp 6PT80 C=105 Ah C20. Akupanga mahutavus on 20-tunnise tühjenemistsükli puhul 105 Ah.

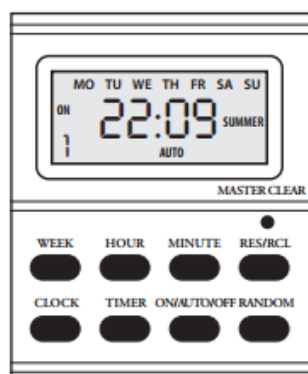
Joonisel 6.2 olev akupank koosneb süvatsükli avatud happesüsteemist, millel on teoorias 25 kraadi juures isetühjenemine 4% nädalas, mistõttu tuleks akupanka perioodiliselt laadida. Tähtis on ka perioodiliselt kontrollida elektrolüüditaset ja vajadusel lisada destilleeritud vett. [2]



Joonis 6.2. Akupank 24 V ja Nordik Power inverter

Nordic Power inverter ehk vaheldi on 300 W ja täpsem tüübi nimetus on WT-30SN-24E. Seadme kasutegur on 88% ja mõõdud 215x147x66 mm. Süsteem töötab 50 Hz sagedusel ja sisendpinge võib kõikuda vahemikus 21 V kuni 33 V. Kui sisendpinge on madalam võrreldes etteantud väärtusega, siis inverter automaatselt algseadistub. Sama juhtub ka liigpinge, liigtemperatuuri ja madala akupanga taseme tõttu. [17]

Automaatkell ettevõttelt PHILEX lülitab sisse ja välja tsirkulatsioonipumpa. Taimeril on 8 sisse ja välja lülitamise programmi. Manuaalselt saab nupust valida kolm režiimi vahel: ON / AUTO / OFF. Seade võimaldab juhtida tsirkulatsioonipumpa ka erinevate päevade ja kellaegade järgi, mis teeb seadme kasutamise väga mugavaks.



Joonis 6.3. Näide automaatkella kuvarist [18]

TiSun kontrolleri *Duplex Basic double-loop* juhhib ühefaasilist kollektoripumpa. Kontrolleri on võimalik kuvada ja sättida erinevaid seadeid ning jälgida kollektorite energiatoodangut. Päikesekollektorite kontrolleri on võimeline juhtima kahte erinevat kollektor- ja küttesüsteemi kütteringipumpa. Kontrolleri on suur elektrooniline kuvar koos taustavalgustusega: graafilised skeemid, oleku näidud, temperatuurid, toodetud energia näidud. Menüü on kergesti mõistetav. Menüüs on võimalik navigeerida nelja nupuga. Kontrolleri on 8 sisendit ja 3 väljundit. Mälukaardi pesa ja lisa tarkvara võimalus. [11] Vaata joonist 6.4.



Joonis 6.8. Päikesekollektorite pumba kontrolleri

Tabel 6.3. TiSUN kontrolleri tehnilised andmed [11]

Kontroller	Duplex Basic double-loop solar control unit
Tüüp	VPM Duplex
Tüübi nr.	1510318
Opereeritav temperatuur	0 - 50 kraadi
Kaitse klass	IP 42
Elektriline ühendus	230 V AC / 50 Hz
Summaarne ühendatud koormus	4,7 A / 230V AC
Ühendused	Pico fuse 5 A / 250 V (5 x 20 mm)
Mõõtmed	160 x 86 x 53
Tarkvara menüü keelte arv	8
Opereeritavad olekud	Automaatne, väljas või manuaalne koos test menüüga
Andurid	PT 1000
Andurite näit	Automaatne anduri testimine
Kaitse funktsioonid	Ülekuumenemise kaitse kollektorite süsteemile, jahutus, külmakaitse, pumba harjutusülesanded

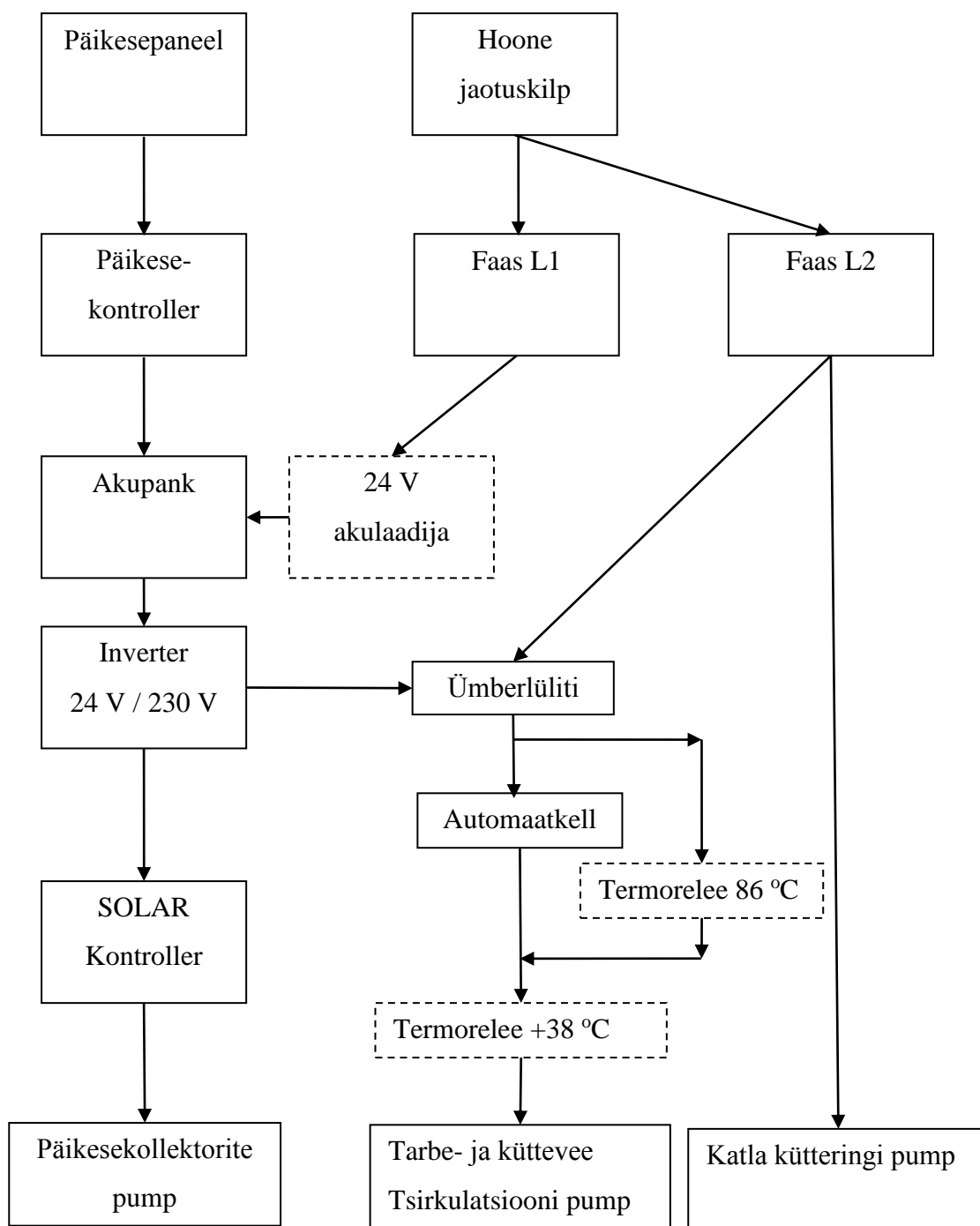
6.2. TOITE- JA OHUTUSAUTOMAATIKA TÖÖTAMISE PÕHIMÕTE

Päikesepaneel muundab päikeseenergia elektrienergiaks. Päikesepaneel on ühendatud laadimiskontrolleriga, mille ülesandeks on energia muundamine akupangale sobivale kujule. Akupank laetakse täis ja akude laadimiskontroller lõpetab akupanga laadimise. Vaheldi ehk inverter saab toidet nii akupangalt. Inverter ehk vaheldi toidab päikesekollektorite kontrollert. Kui kontroller saab sisendi, et kollektorite temperatuuriandur (T1) ja akumulatsiooni temperatuuriandur (T2) vahe on 12 °C, siis päikesekollektorite pumba kontroller lülitab sisse ühe faasilise kollektorite pumba (vaata joonist 6.9).

Kollektorite pumbal on kaks toite võimalust. Kui vaheldi ehk inverter on sisse lülitatud, siis toited võetakse vaheldist. Või kui vaheldi on välja lülitatud, siis toidet võetakse võrgufaasist L1. Automaatkella on võimalik toita nii vaheldist kui ka võrgufaasist L2. Automaatkell on toiteks tsirkulatsioonipumbale. Katla kütteringipumpa toidetakse võrgufaasist L2. Võrgutoite ja katla kütteringi pumba vahel on termorelee, mis lülitub sisse kui katla temperatuur tõuseb üle 60 °C.

Joonisel 6.9 on märgitud kriipsjoonega ka perspektiivis lisatavad seadmed nagu termoreleed ja 24 V akupanga laadijad.

NB! Täpsemate küttesüsteemiautomaatika skeemidega saab tutvuda lisades.



Joonis 6.9. Küttesüsteemiautomaatika elektrivarustuse plokk skeem.

Toite- ja ohutusautomaatika juhistikku uurides selgus, et süsteemis on tehtud teatud vead.

Parandatud toite- ja ohutus elektriskeemid on välja toodud lisades.

6.3. KOLLEKTORI KÜTTEAUTOMAATIKA PARENDAMISE VÕIMALUSED

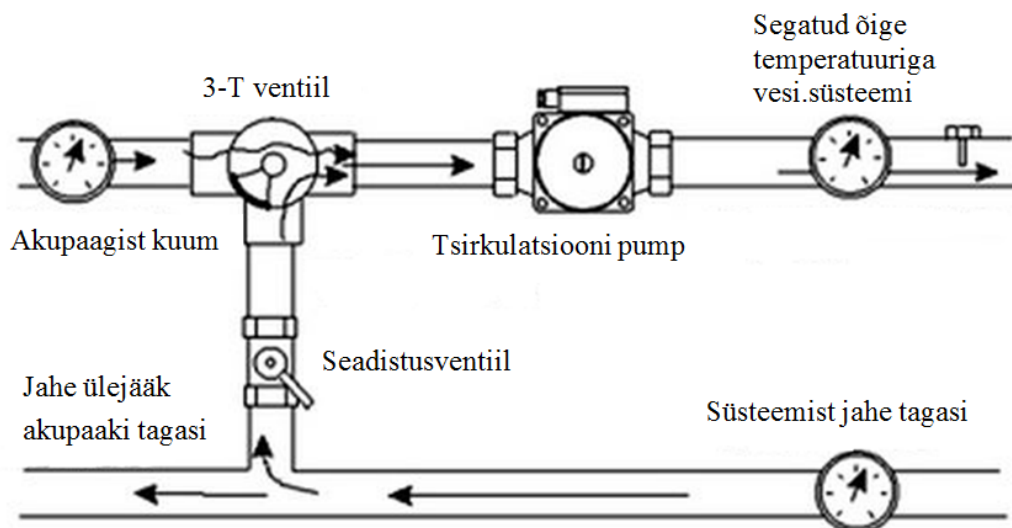
Sissejuhatuses mainiti, et omanikud soovivad parendada süsteemi. Kollektorküttesüsteemi investeeriti 15525,66 €, kuid vaatamata sellele süsteemis on mõned puudused. Antud küttesüsteemil on järgmised funktsionaalsed puudused. Parendusi on vaja süsteemi ohutuse ja töökindluse tõstmiseks

6.3.1 PROBLEEM 1 JA LAHENDUSED

Probleemiks on tubade temperatuur, mis kõigub suurtes piirides.

Võimalike lahendus viise on kaks:

1. Tarbevee ja tubade kütteringi uurides selgus, et tsirkulatsioonipump peab asetsema pärast 3-T ventiili, mitte enne. Põhjuseks on see, et pump peab saama tõmmata veevooge mõlemast küttekontuurist. Seda iseloomustab Joonis 6.10 [19].



Joonis 6.10. Tsirkulatsioonipumba asukoht 3-T ventiili suhtes [19]

Kui torustiku ümber ehitada, on võimalik kasutusele võtta 3-T ventiil. Kui akumulatsioonipaagis on soojust ja kontrolleri etteantud temperatuur ei ühti toatemperatuuri anduriga, käivitatakse tsirkulatsioonipump ja juhitakse 3-T ventiili ajamit. Küttekehad soojenevad kuni toa temperatuuri andur näit on võrdne seadistatud temperatuuriga.

Lisaks paigaldada termostaadid igale malm radiaatorile ja võtta kasutusele kaasaegne muutuvate pööretega tarbe- ja kütteringi tsirkulatsioonipump. Uus pump omades väiksemate pöörete võimalust viib kütteevee sooja aeglasemalt küttekehadesse, mis ühtlustab tubade temperatuuri ööpäeva jooksul.

2. Odavam viis on olemasolev automaatkell programmeerida ümber. Pumba töötamistsüklite arvu suurendada, kuid nende töötamisega vähendada. Sellise programmeerimisviisiga küttekehade üle kütmine on piiratud. Kahjus selline lahendus viis ei ole just kõige efektiivsem.

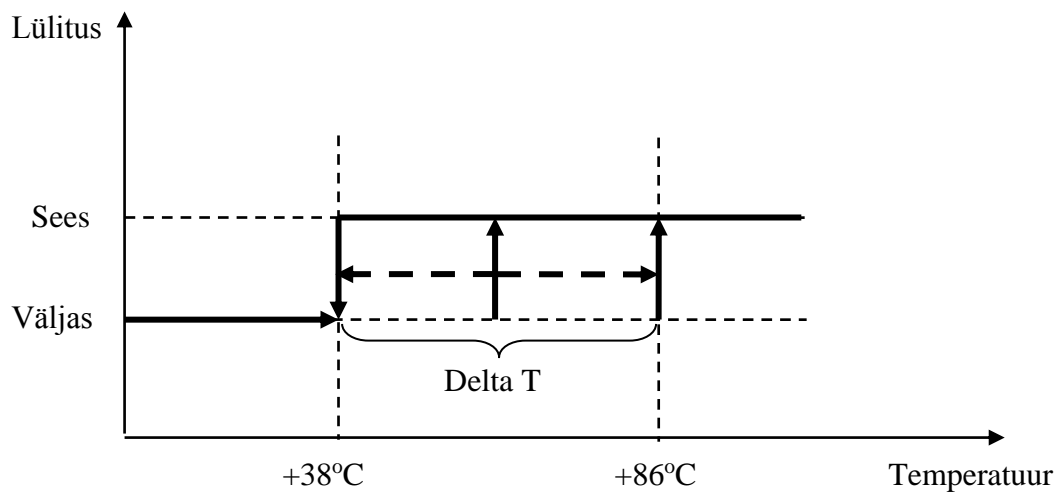
6.3.2 PROBLEEM 2 JA LAHENDUSED

Probleem 2 on seotud temperatuuri reguleerimisega küttesüsteemis ning koosneb kahest osast:

1. Küttesüsteemil on üle kuumenemise oht s.t. kui akumulatsioonipaagi ülemises poolses kihis temperatuur tõuseb üle 100 °C, siis tsirkulatsioonipump ei lülitu sisse, et jahutada akumulatsioonipaagis olevat vett.
2. Küttekehadesse ehk malmradiaatoritesse pumbatakse jahedat küttevett, mis on alla +38 °C. Antud tsirkulatsiooni pumba töötamine on ebavajalik ja energia raiskamine.

Probleemi on võimalik lahendada kahel viisil, so kontrolleri või termoreleedega. Torustiku ümber ehitusega on võimalik kasutusele võtta 3-T ventiili ja termoreleed (kontrollerid) täies mahus. Uute lisa andurite paigaldamisega on võimalik välja ehitada täiuslikum ohutussüsteem. Üle kuumenemise korral annab akumulatsioonipaagi temperatuuriandur termoreleedele (kontrollerile) ja sealt tsirkulatsioonipumbale märku käivituda. Tsirkulatsioonipump käivitub, kui akumulatsioonipaagi temperatuuriandur (paigutus üleval) on üle 86 °C ehk $T_3 \geq 86 \text{ °C}$ või vahemikus „delta T“ programmikella poolt, mille tulemusel akumulatsioonipaagi küttesoojus antakse eramu küttekehadele.

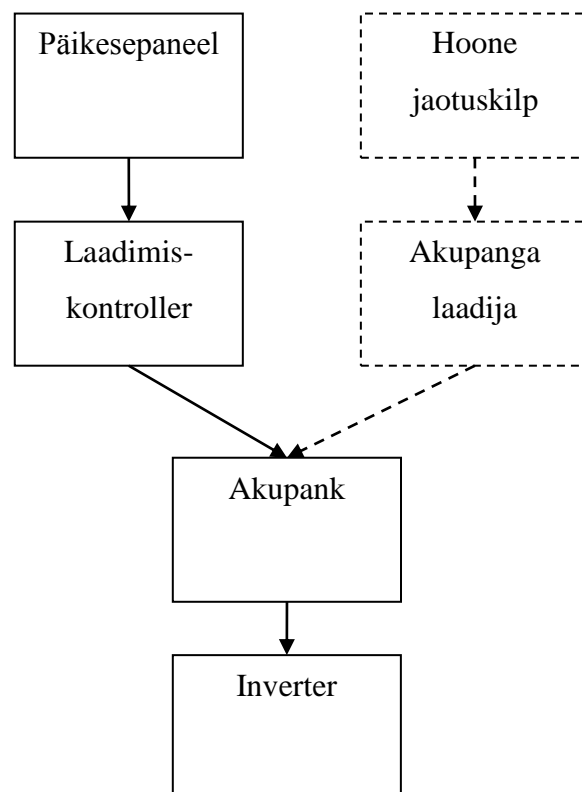
Teise osa lahenduseks tuleks akumulatsioonipaagi temperatuur langemisel alla +38 °C lülitada tsirkulatsioonipump (tingimusel, et pump töötab) automaatselt välja, kasutades termoreleed (või kontrollerit). Vaata joonist 6.11.



Joonis 6.11. Tsirkulatsiooni pumba reguleerimisvahemik

6.3.3 PROBLEEM 3 JA LAHENDUSED

Talve perioodil akupank võib tühjeneda alla 75 %, mis mõjutab akupanga eluiga. Lahenduseks oleks paigaldada päikesekollektorite toite- ja ohutusautomaatikale 24 V akulaadija, mis saab elektritoidet võrgust. Seda piltlikult iseloomustab joonis 6.12.



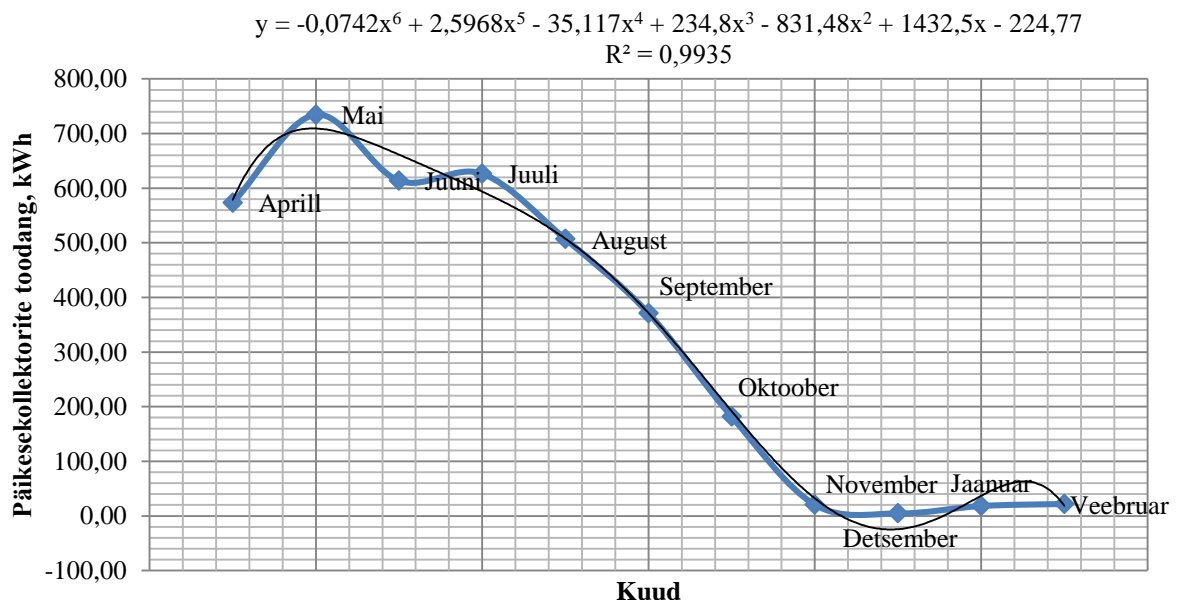
Joonis 6.12 Skeem näitab 24 V laadija akupangale juurde lisamist

7. KÄIDUANDMETE ANALÜÜS JA TASUVUSARVUTUSED

Antud kollektorküttesüsteemiga sai mõõdetud peaaegu terve aasta (2013.aprill kuni 2014. veebruar) kWh-de. Märkuseks tooks välja, et süsteemi tõrgete tõttu tekkisid mõned mõõtetulemuste „augud“ s.t. juuli, augusti ja septembri kuu mõõteandmed puuduvad osaliselt või täielikult. Kuna juuli andmed olid osaliselt puudu, siis tuletasime terve juuli kohta andmed varasema 20 päeva andmete põhjal. Augusti ja septembri kuu mõõtetulemused on tuletatud eelmiste kuude andmete põhjal eeldades, et kiirus muutub aasta lõikes kindla funktsiooni järgi (vaata polünoomi joonisel 7.1). Andmeid analüüsidis saadi järgmised tulemused, mis on toodud tabelis 7.1 ja joonisel 7.1.

Joonist 7.1 ja tabelit 7.1 analüüsidis saame järeldada, et mai on kõige päikesepaistelise kuu ja päikesekollektorid toodavad sellel ajal kõige rohkem. Mais tootis süsteem rohkem kui 730 kWh. Vastupidiselt maist toodeti detsembris kollektoritega kõige vähem soojust.

Kontrollerist saab järgmised andmed: kuupäev, kellaeg, Ülemise kollektori temperatuurianduri näit ja kWh.



Joonis 7.1. Kollektorite tootmise diagramm kuude lõikes.

Tabel 7.1. Mõõtetulemuste tabel

Kuu	Mõõtepäevad	Energia	Ühik
Aprill	30	573,45	kWh
Mai	31	734,82	kWh
Juuni	30	614,06	kWh
Juuli	31	626,76	kWh
August	31	507,33	kWh
September	30	371,47	kWh
Oktoober	31	182,16	kWh
November	30	21,13	kWh
Detsember	31	4,77	kWh
Jaauar	31	18,47	kWh
Veebruar	28	22,29	kWh
Märts	31	262,73	kWh
Aastane tarve		3676,71	kWh

Tasuvusarvutus, kui kütte alternatiiviks oleks elektrikütte ja kivisüsi

Aastane elektrienergia tarve 3676,71[kWh]

Üldine elektrienergiahind 0,12...0,14 [€/kWh]

Aastane elektrienergiakulu (kadusid arvestades)

$$0,14 \left[\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right] * \frac{3676,71 [\text{kWh}]}{0,90} = 571,93 \left[\frac{\text{€}}{\text{aastas}} \right] \quad (7.1)$$

Päikesekollektor süsteemi tasuvus arvutus, kui kollektor küttesüsteem maksis 15525,66 [€]

$$\frac{15525,66 [\text{€}]}{571,93 \left[\frac{\text{€}}{\text{aastas}} \right]} \approx 27 [\text{aastat}] \quad (7.2)$$

Tasuvus arvutus, kui tegemist on päikesekollektorite ja kivisöe küttega

Aastas ostetakse 5 tonni kivisütt, mis keskmiselt maksab kõik kokku 850 eurot (selles hinnas on käibemaks ja transport)

$$\frac{1,8 [\text{tonni}] * 100[\%]}{5[\text{tonni}]} = 36\% \quad (7.3)$$

Praktikas säästetakse orienteeruvalt 1,8 tonni kivisütt aastas 5 tonnist ehk 36% aastas

$$\frac{850 [\text{€}] * 36[\%]}{100[\%]} = 306 [\text{€}] \quad (7.4)$$

Tänu kollektoritele säästetakse aastas 306 eurot.

Päikesekollektor süsteemi tasuvus arvutus

$$\frac{15525,66 [\text{€}]}{306 \left[\frac{\text{€}}{\text{aastas}} \right]} \approx 50 [\text{aastat}] \quad (7.5)$$

Vaatamata pika tasuvusajale päikesekollektorite kasutuselevõtt on teinud majaelanike elamise mugavamaks. Kevad ja sügis perioodil ei pea nii sagedasti tahkküttekateelt kütma. Päikesekollektorite kasutusele võtt aitab säästa 36 % kivisütt aastas, mis on ka keskkonna sõbralik.

8. KOKKUVÕTE

Päikeseenergeetika jaguneb kolmeks suureks valdkonnaks: passiivmajade soojendamine, elektrilised päikesepaneelid, päikesekollektorid [3]. Passiivmajade soojendamist kasutati juba enne Kristust s.t. ettenägelikult soojendati „targasti paigutatud“ elamuid. Elektrilised ja päikesekollektorpaneelid koguvad tänapäeval aina rohkem populaarsust, kuna paljud soovivad saavutada eramule energeetilist autonoomsust ja „võita“ elektrienergia turuhinnas.

Kollektoreid võib liigitada kahte rühma: plaatkollektorid ja vaakumtorukollektorid [7]. Lamekollektorite põhilised eelised on töökindlus, vähene hooldus ja suvel kõrgem tootlikus. Vaakumtorukollektorite eelised on minimaalsed soojuskaod ja suhteliselt kõrge tootlikus talveperioodil. Eelnimetatud kollektori suurimaks puuduseks on kallis hind võrreldes lamekollektoritega [8]. Lähemalt räägiti sellest 4. peatükis.

Kollektoriga küttesüsteeme jagatakse kahte liiki [7]:

- Loomuliku tsirkulatsiooniga ja avatud tsirkulatsiooniga päikeseküttesüsteem
- Sund- ja kaudse tsirkulatsiooniga päikeseküttesüsteem

Loomuliku tsirkulatsiooniga ja avatud päikeseküttesüsteem on lihtsama ehitusega kui sundtsirkulatsiooniga ja kaudne päikeseküttesüsteem. Viimane on keerulisem tänu anduritele ja kontrolleri poolt juhitud pumpadele. Lähemalt tutvumiseks pöörduda 4. peatükki tagasi.

Kollektorite küttering koosneb üheksast omavahel seotud põhikomponendist. Keskküttekatla küttering koosneb neljast omavahel seotud põhikomponendist. Tarbevee ja tubade küttering koosneb kuuest omavahel seotud põhikomponendist. Peatükk Lisa joonisel 11.1 on illustreeritud kogu küttesüsteemi põhimõtteskeemid tervikuna koos päikesekollektoritega.

Uurimistöö käigus sai ülesjoonistatud küttesüsteemi elektripaneeli toite- ja ohutusjuhistiku. Toitejuhistiku süsteemi pidi mitmeid kordi lahti võtma, et mõista kuidas süsteem on ehitatud. Sai joonestatud ülikooli litsentsiga CADS PLANNERIS päikesekollektorite toitejuhistiku skeemid, mis iseloomustavad seda süsteemi kõige paremini.

Eramu kütteautomaatika toitesüsteem koosneb kaheksateistkümnest põhiosast. Eramu täpsemate kütte toite- ja ohutusautomaatika skeemidega võib tutvuda kuuenda peatüki all.

Küttesüsteemi parendades tuli arvestada majaelanike nõudeid. Nende soovid ja küttesüsteemi mured on toodud välja peatükis kuus. Järgmiselt on lahti seletatud antud probleemid ja nende lahendused.

Probleem 1 on tubade temperatuuri kõikumine suurtes piirides. Spetsiaalselt välja töötatud küttekontrollerid on tõhusad siis, kui küttesüsteem selle jaoks õigesti projekteeritud ja välja ehitatud. Küttekontrolleriga saab töödelda temperatuuri andurite sisendeid ja juhtida pumpasid või 3-T ventiili ajamit. Kahjuks tasuline tarkvara ei võimalda kontrollerit eraisikul vabalt programmeerida. Lisaks tsirkulatsioonipump ei ole just kõige sobivamalt asetatud 3-T ventiili suhtes. Selleks, et oleks võimalik kasutusele võtta 3-T ventiili ajamiga on vaja pump asetada peale 3-T ventiili. Sellel kujul on võimalik tekitada ühtlase temperatuuriga veevool küttekehadesse.

Hetkel 3-T ventiili automaatne juhtimine ei ole otstarbekas, kuna koos sellega küttesüsteem ei toimiks soovitud kujul. Kui tulevikus soovitakse ajamiga 3-T ventiil kasutusele võtta, siis tuleks torustikku „rada“ muuta ja pumba asukoht panna pärast 3-T ventiili. Järelikult tuleks tellida professionaalne ettevõtte.

Probleem 2 on küttesüsteemi ülekuumenemise jahutamine ja ala jahtunud vee pumpamine küttekehadesse. Esimeseks võimaluseks oleks kasutada eelpool mainitud automaatika küttekontrollerit, mis juhib tsirkulatsioonipumpa küttesüsteemi vedeliku üle kuumenemise ja ala jahtumise korral. Teiseks ja odavamaks võimaluseks oleks kasutusele võtta termoreleid, mis lülitab pumba sisse ja välja vastavalt situatsioonile.

Probleem 3 on talveperioodil akupanga ala tühjenemine. Lahenduseks oleks 24 [V] lisa laadija integreerimine toite ja ohutusautomaatikasse. Selle lahendus põhimõtte struktuur skeemiga on võimalik tutvuda 6 peatükis.

Kollektoritega sai mõõdetud kWh-de terve aasta (2013.aprillist kuni 2014.märtsini). Teatud asjaoludel tekkisid mõned mõõtetulemuste „augud“ s.t. juuli, augusti ja septembri kuu mõõtetulemused on tuletatud olemasolevate päevade ja teiste kuude põhjal. Päikesekontrollerist tekkis 10 mõõtetulemuste faili, mida oli vaja töödelda. Käiduandmeid analüüsid selgus, et 2013. juuli on kõige soojatootlikum kuu aastas. Vastupidiselt juulile toodeti 2014.detsembril kõige vähem soojust. Aastas toodetakse 3676,71kWh energiat.

Tasuvus arvutusi tehti lihtsustustega s.t. näiteks ei võetud arvesse raha inflatsiooni jm keerulisemaid finantsvalemeid. Aastas säästetakse 38 % kivisõe arvelt. Ilma toetuseta päikesekollektorite tasuvusaeg on umbes 27 aastat võrreldes alternatiivse elektriküttesüsteemiga. Tasuvusarvutus katla ja kivisõe suhtes on umbes 50 aastat. Arvestades, et süsteemi on vaja teha veel täiendusi, siis tasuvusaeg pikeneb veel.

Tulevikuvisioonid antud lõputöö edasi arenduseks on termoelektrilised generaatorid (*Thermoelectric Generator*) TEG, mida võiks ühendada akumulatsioonipaagi sisse paigutatavate elektrispiraalidega [2]. Kuidas seda teha, sõltub juba arendaja enda innovaatsilisusest.

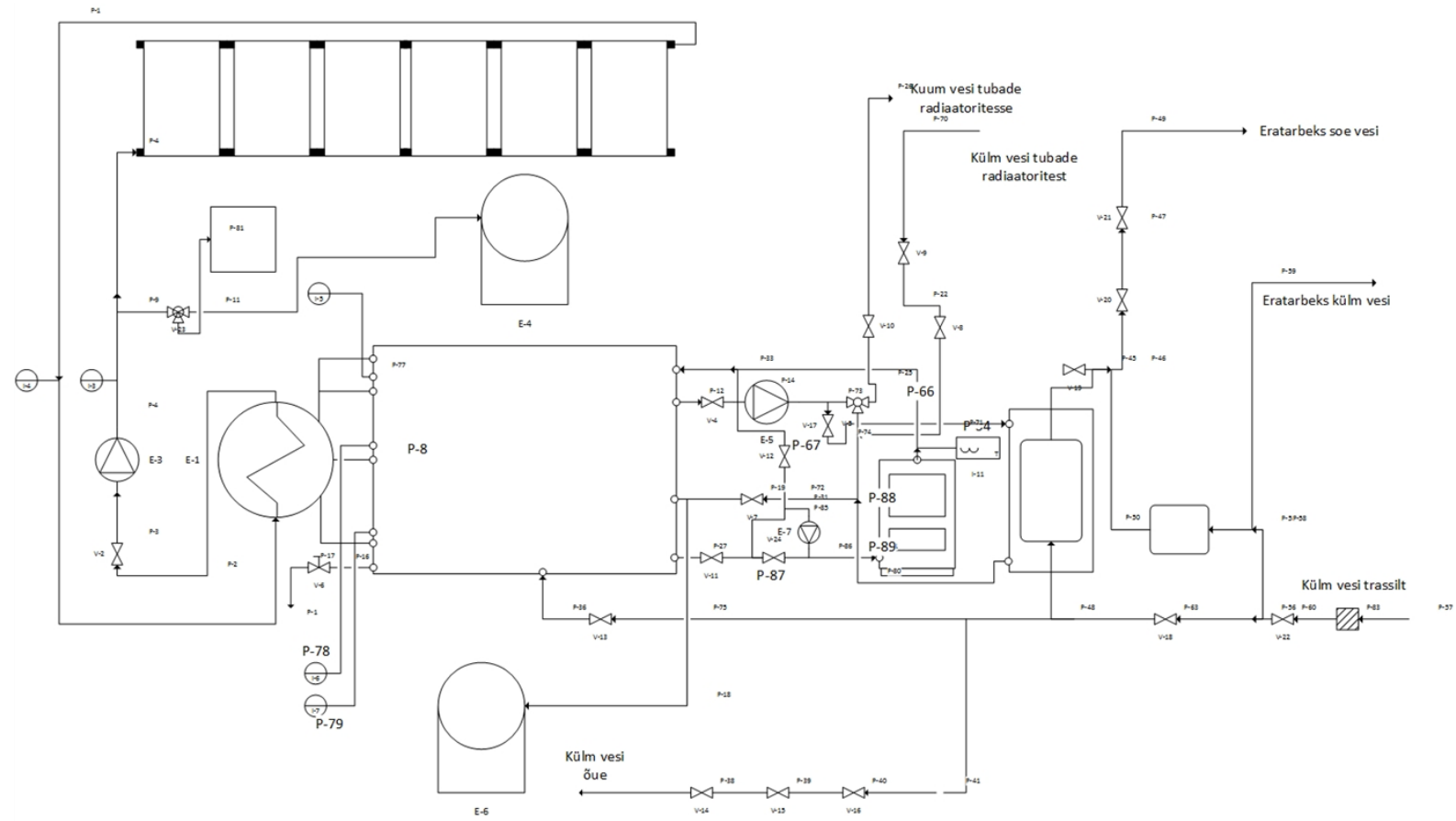
Praktiline väärtus uurimistööl on selline, et maja elanikud soovisid küttesüsteemi päikesekollektorite toitejuhistiku projekti jooniseid, mis antud eramul puudus. Lugeja saab teoreetilise ülevaate, kuidas päikesekollektorite süsteem on eramule ehitatud ja kuidas selle toite- ja ohutusjuhistik ja automaatika toimib, ning kuidas on võimalik parendada. Selle uurimistöo näite alusel on võimalik saada teadmised päikese kollektorsüsteemiga hoonest ja valmistuda ette praktilisteks tegevusteks.

9. KASUTATUD KIRJANDUS

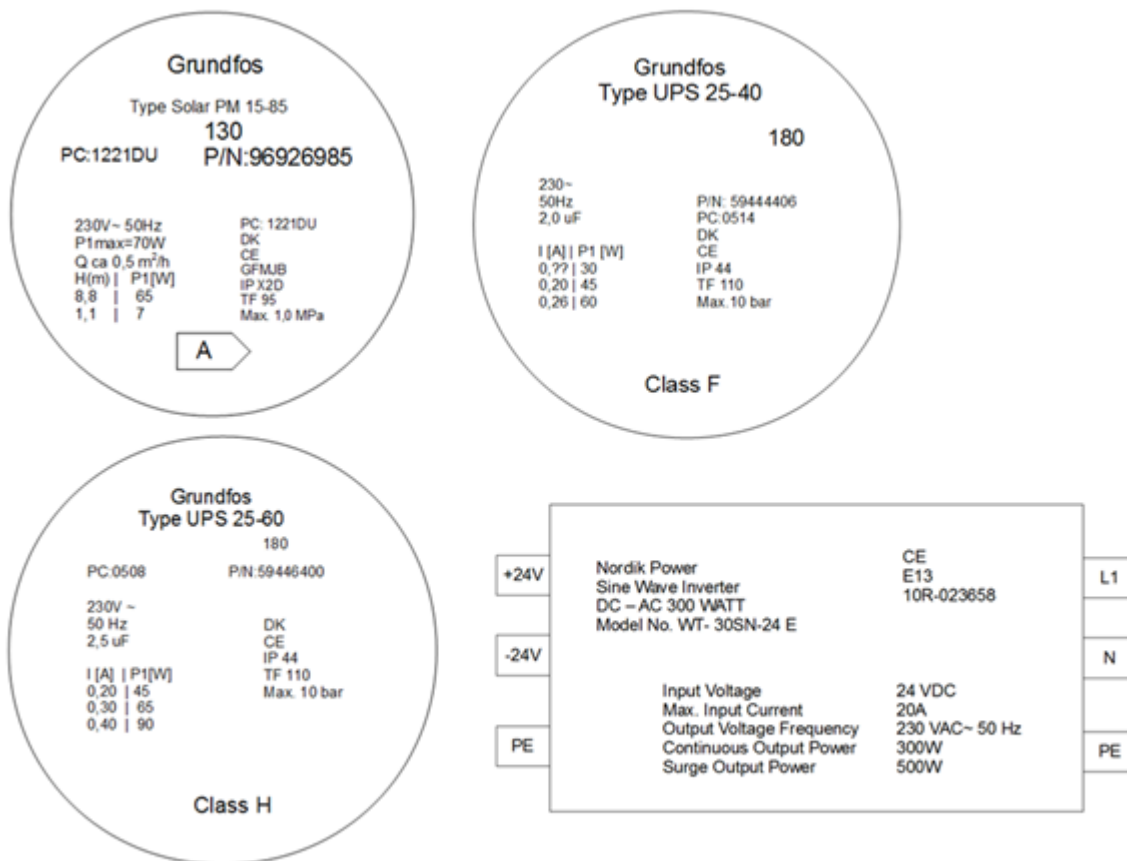
1. Kõiv, T.A.; Rant, A. Hoonete küte. - Harjumaa: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastuse trükikoda, 2012. - 383 lk.
2. Pinn, M.; Pinn, R.; Pinn, M.; Poll, E. Elekter päikesest ja tuulest: lood Eesti inimestelt ja kasulikud vihjed ise elektri tootmiseks. Tartumaa: Petrone Print, 2012. -155 lk.
3. Perlin, J. Solar Energy, Encyclopedia of Energy. Vol. 5 of 6. 2004, Lk 607 - 622
4. Energy Informative kodulehekülg. Maehlum, A.M. The History of Solar Energy, <http://energyinformative.org/the-history-of-solar-energy-timeline/>
Vaadatud 5.04.2014.a.
5. U.S.Goverment of Energy kodulehekülg <http://energy.gov/energysaver/articles/solar-water-heaters> Vaadatud 5.04.2014.a.
6. U.S. Deparment of Energy kodulehekülg, <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34279.pdf>
Vaadatud 5.04.2014
7. Volker-quaschnig kodulehekülg <http://www.volker-quaschnig.de/articles/fundamentals4/index.php> Vaadatud 6.05.2014
8. Sun Heat kodulehekülg, <http://www.sunheat.ee/?go=plaatVStoru>. Vaadatud 5.04.2014
9. European Solar Thermal Industry Federation kodulehekülg
http://www.estif.org/st_energy/technology/introduction/
10. Tennisberg, V. Küte ja ventilatsioon. - Tallinn: Valgus, 1979. - 360 lk.
11. ArchiExpo kodulehekülg <http://pdf.archiexpo.com/pdf/tisun/fm-modular-collector/62353-116873.html> Vaadatud 6.05.14
12. Grundfos kodulehekülg
http://net.grundfos.com/doc/webnet/hvacoem/pdf/Grundfos_HVAC_OEM_solar.pdf
Vaadatud 20.04.14
13. Toru-Jüri OÜ kodulehekülg
http://www.roometi.com/projekt/kyte/Paisupaagi_paigaldamine.pdf Vaadatud 5.04.2014
14. Napssystemss kodulehekülg www.napssystemss.com
15. Napssystemss kodulehekülg http://www.napssystemss.com/wordpress/wp-content/uploads/2014/02/DS_SAANA245-255-M3-MBW_EN_mail.pdf
Vaadatud 5.04.2014
16. Energiebau kodulehekülg
http://www.energiebau.de/fileadmin/user_upload/PDF/Datasheets/Steca/Steca_atonic_en.pdf Vaadatud 6.05.2014

17. Distrelect kodulehekülg <https://www.distrelec.de/inverter-sine-300-w/nordic-power>
5.04.2014.a.
18. Philex kodulehekülg
http://www.philex.com/assets/downloads/products/76933R_IM_V1_3.pdf.
19. Ostakatel OÜ kodulehekülg
<http://www.ostakatel.ee/et/pood/details/45/69/keskk%C3%9Ctte-automaatika/termoklapid-ja-3t-ventiilid/0...90%C2%BA-seguklapp-termomix-d-20-s.html> Vaadatud 5.04.2014.a.

LISAD

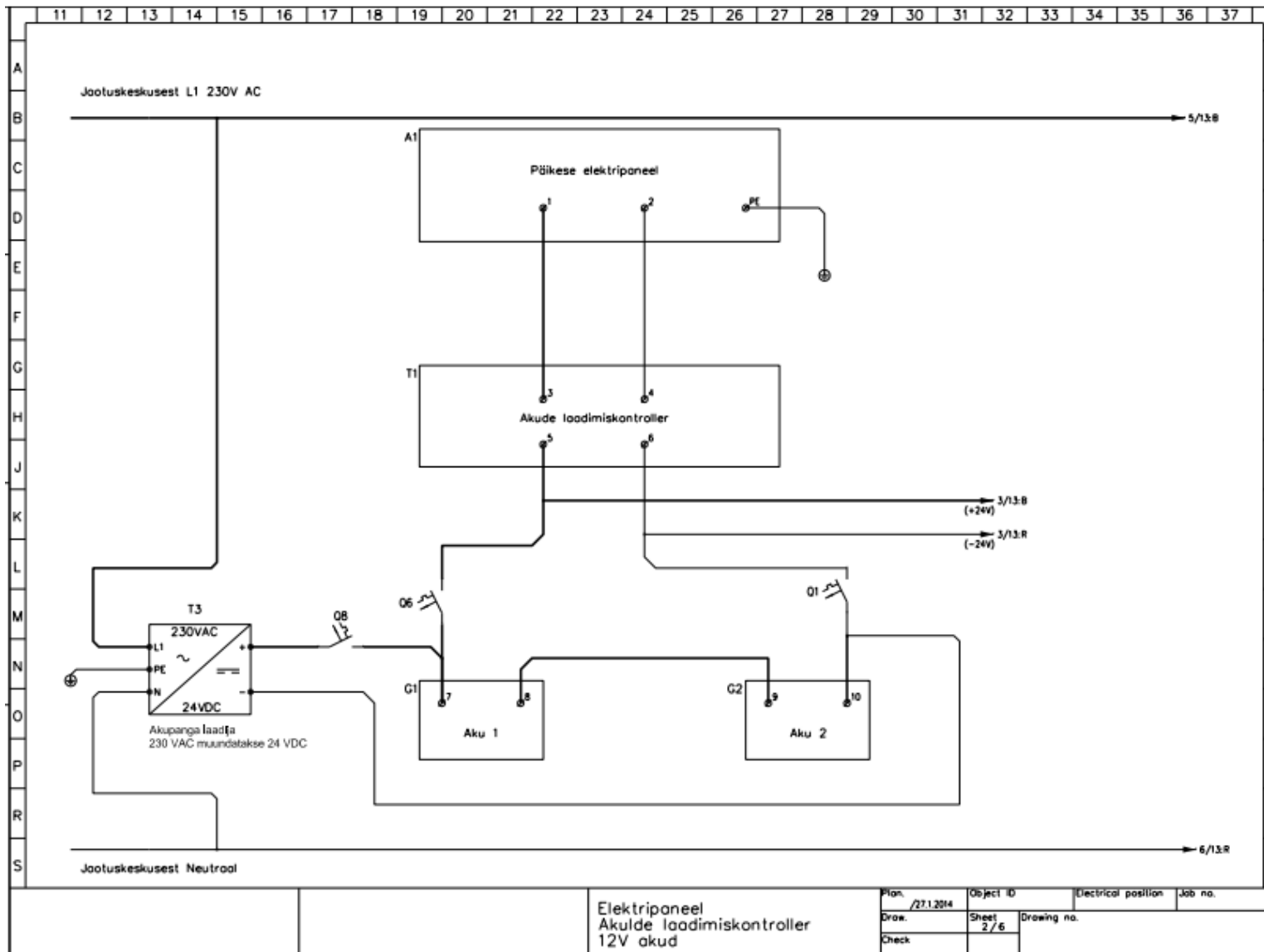


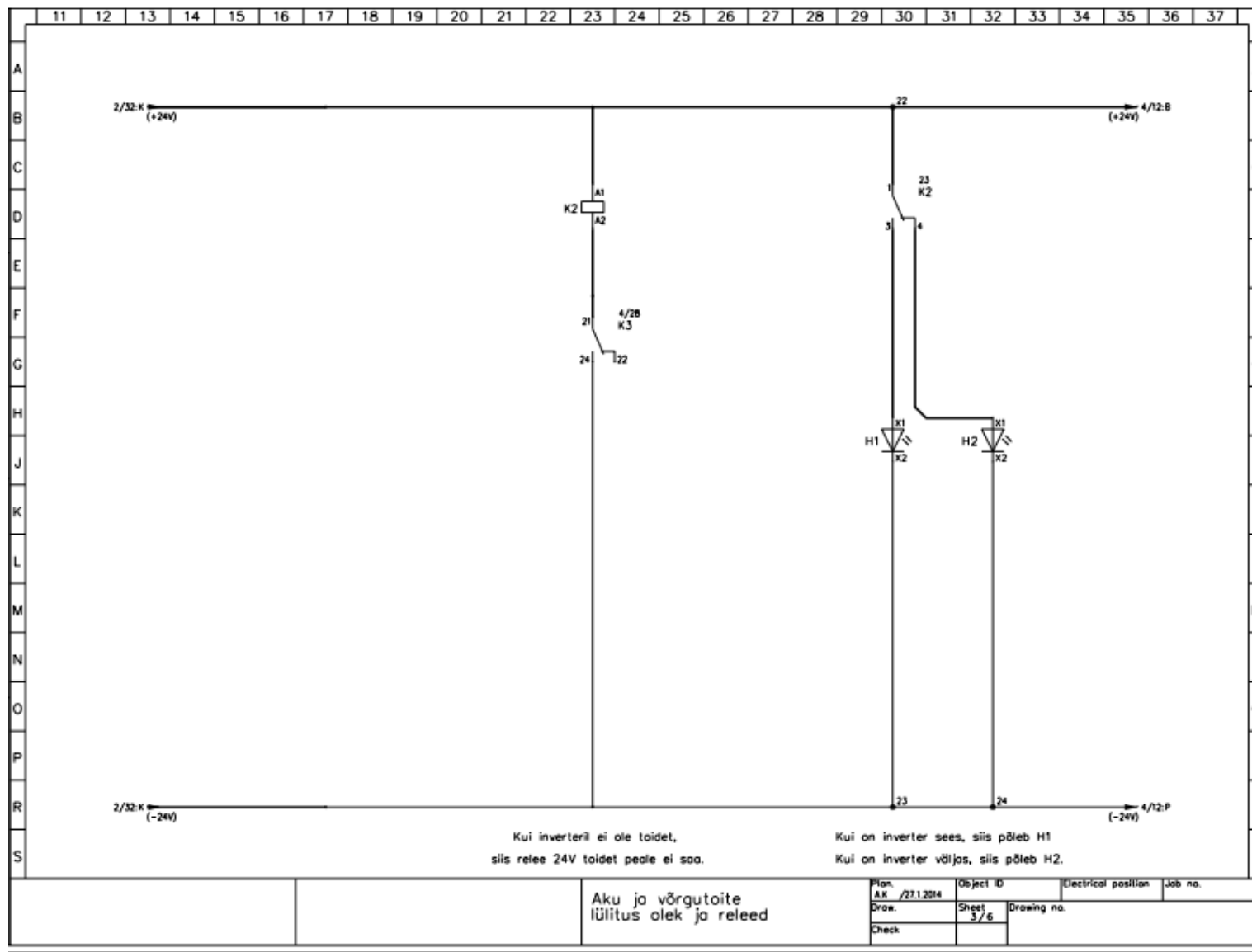
Joonis 10.1. Küttesüsteem struktuurskeem

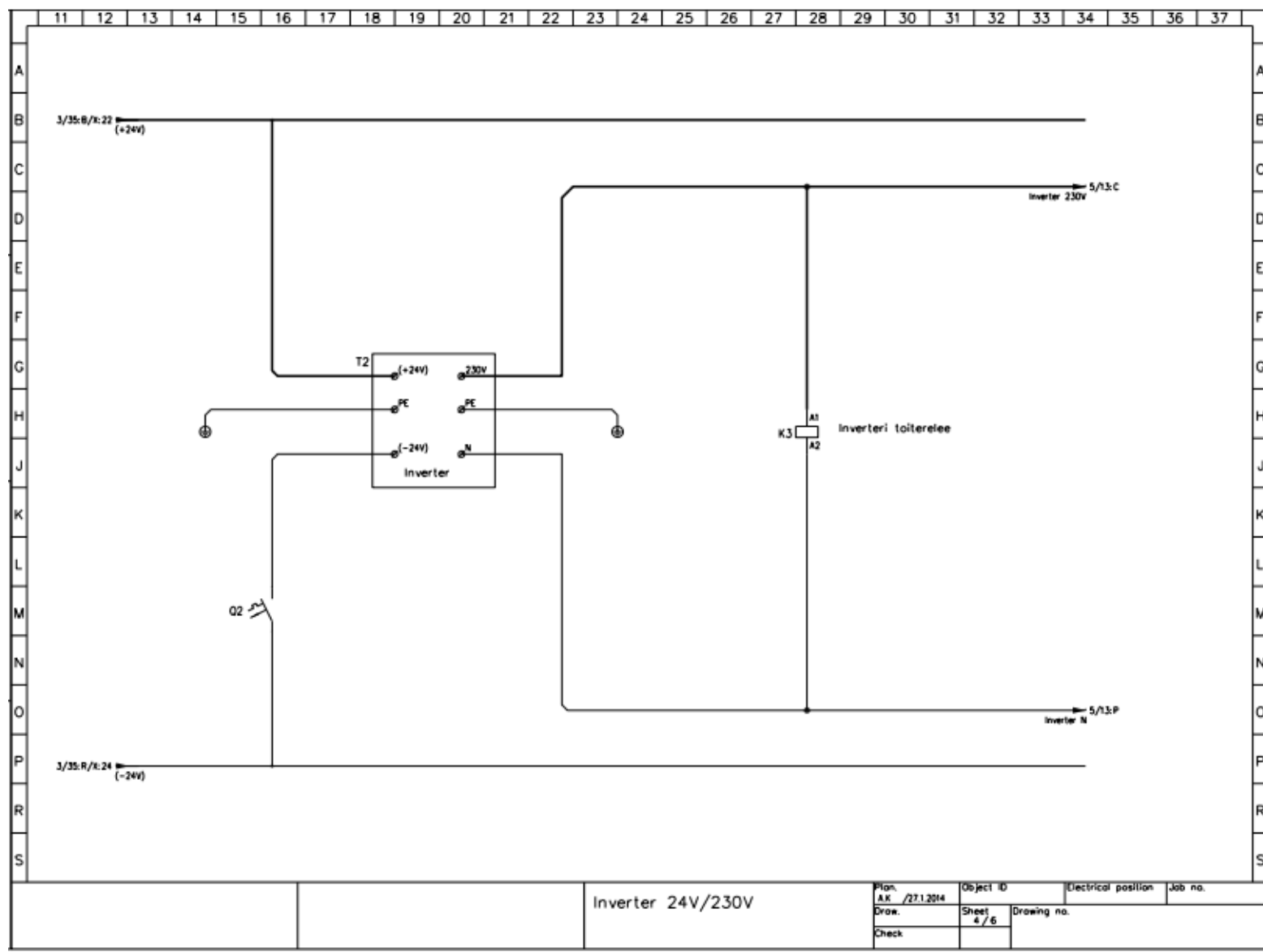


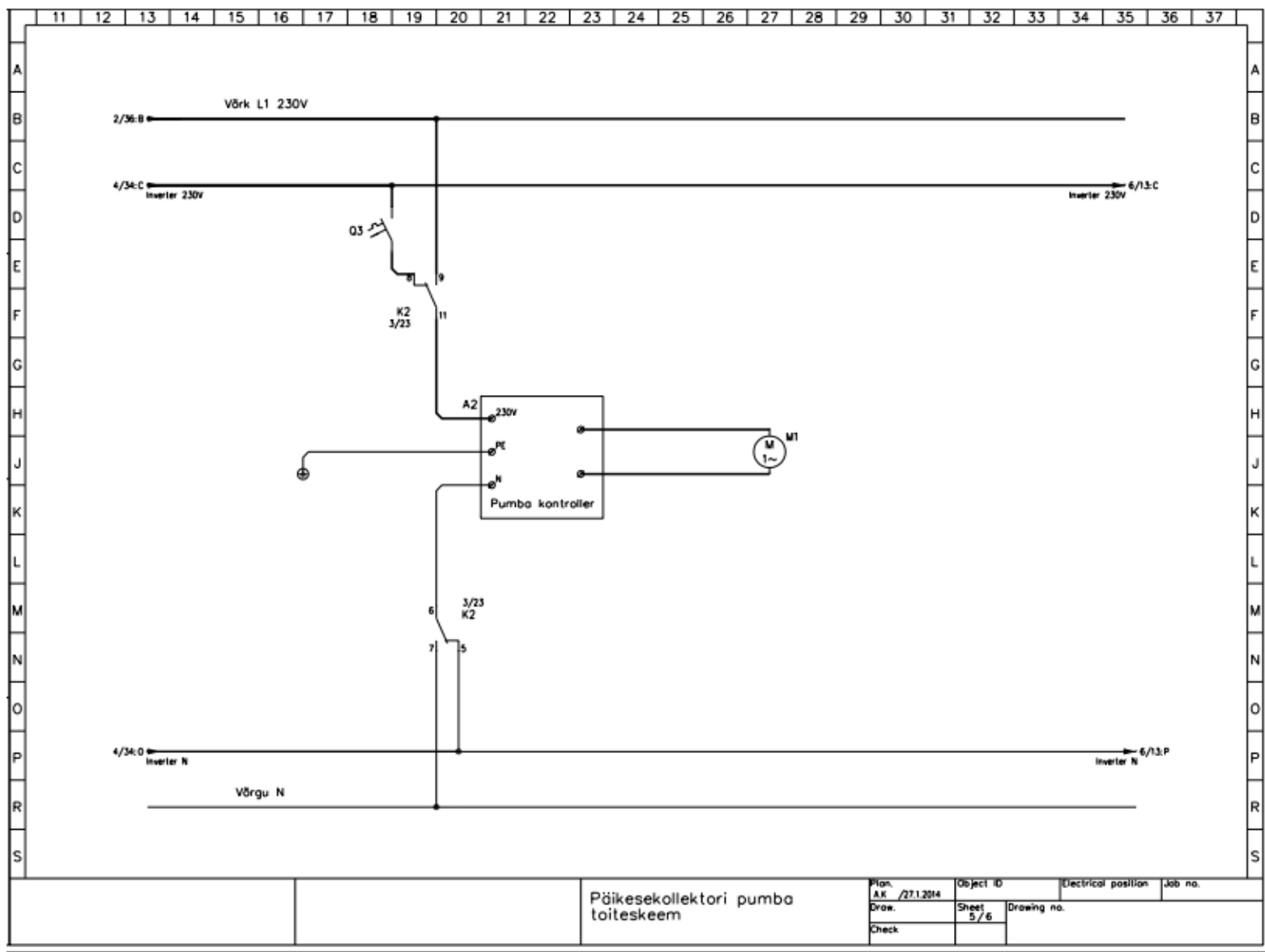
Joonis 10.2 Pumpade ja inverteeri tehnilised andmed

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
A																											A		
B																											B		
C																											C		
D																											D		
E																											E		
F																											F		
G	<p>Küttesüsteemi toite- ja ohtusautomaatika skeemid Harjumaal Anija vallas Lilli külas Paveli talus Elektriskeemid joonestas: Aleksandr Koltsov</p>																										G		
H																											H		
J																											J		
K																											K		
L																											L		
M																											M		
N																											N		
O																											O		
P																											P		
R																											R		
S																											S		
																Küttesüsteemi toite- ja ohtusautomaatika Aleksandr Koltsov										Plan. EE /27.1.2014	Object ID	Electrical position	Job no.
																										Draw.	Sheet 1/6	Drawing no.	
																										Check			



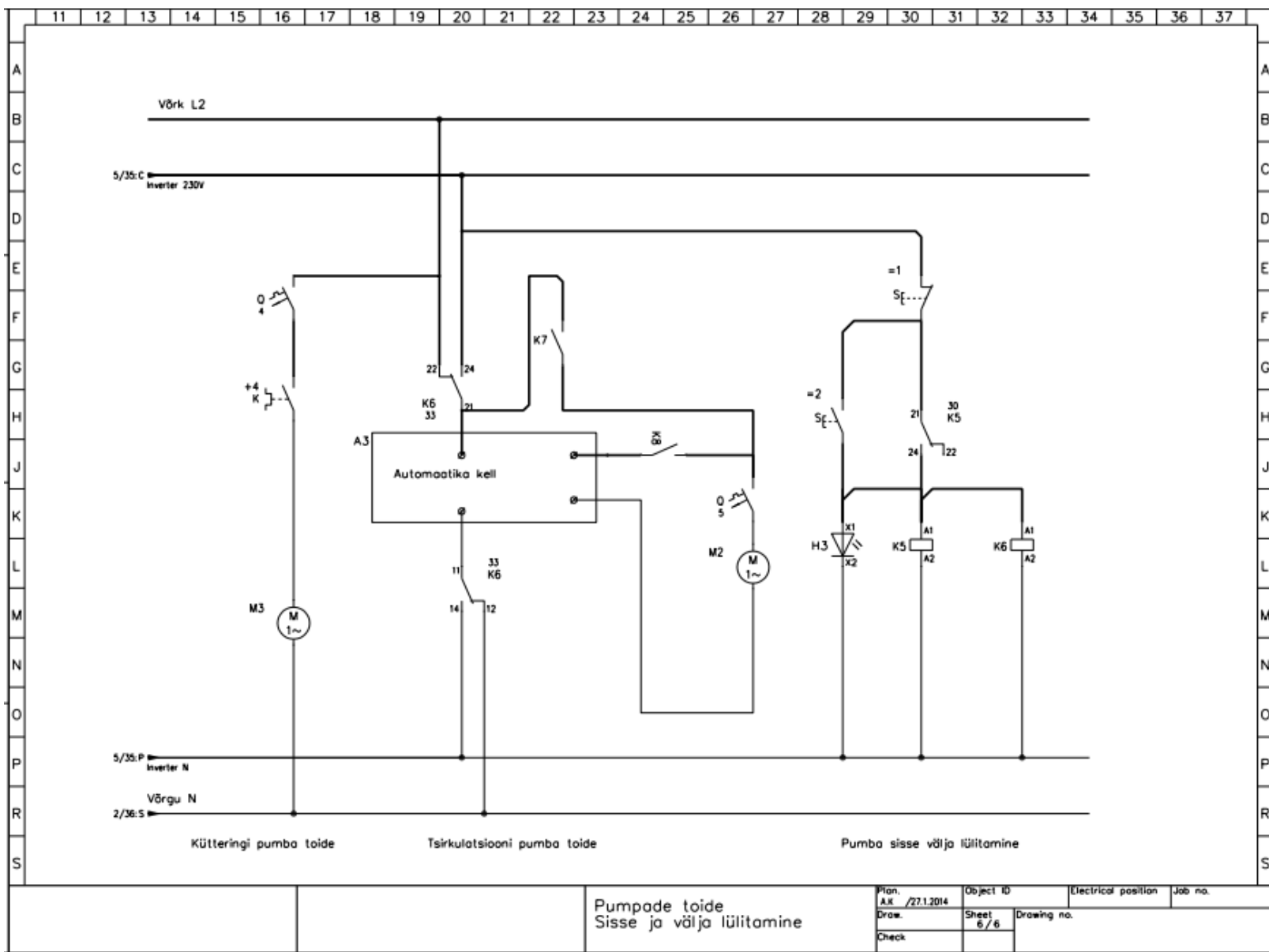






Päikesekollektori pumba toiteskeem

Plan. AK /27.1.2014	Object ID	Electrical position	Job no.
Draw.	Sheet 5/6	Drawing no.	
Check			



Tabel 10.1 Toite- ja ohutusautomaatika skeemi tähistete seletus (tabel jätkub lk 57 ja 58)

Jrk. Nr	Seadme tüüp	Tähised elektriskeemil	Kirjeldus	Ülesanne
1	Päikese elektripaneel	A1	NAPS SAANA 245 TP3 MBW	Muundada päikeseenergia elektrienergiaks
2	Päikese pumba kontrolleri	A2	Tisun Dublex Basic Double-Loop Solar Control Unit	Juhtida päikesekollektorite pumba
3	Automaatkell	A3	Masterclear	Juhtida ajaliselt tsirkulatsioonipumpa
4	Akupanga laadimis kontrolleri	T1	Uhlmann PR1010	Muundada elektrienergia akupanga laadimiseks sobivale kujule
5	Inverter ehk vaheldi	T2	Nordic Power inverter 300W	Muundada alalist pinget vahelduv pingeks
6	Akupanga laadija	T3	Tuleb sooritada täpsem valik, et sobiks 24 V DC	Laadida akupanga 24 VDC
7	Aku 1	G1	SIAP 105 Ah 80 Ah 12V	Akupanga osa / Salvestada energiat
8	Aku 2	G2	SIAP 105 Ah 80 Ah 12V	Akupanga osa / Salvestada energiat
9	Kaitselüliti	Q1	Schneider iK60N B25A	Kaitsta ja lülitada akupanga laadimis kontrolleri ja akupanga voolukontuuri
10	Kaitselüliti	Q2	ABB SH 200	Kaitsta ja lülitada inverteri ja akupanga voolukontuuri
11	Kaitselüliti	Q3	Schneider iK60N C16A	Kaitsta ja lülitada päikesekollektorite pumba kontrolleri ja inverteeri vooluahelat
12	Kaitselüliti	Q4	Tuleb sooritada täpsem valik	Kaitseb ja lülitab kütteringi pumba sisse ja välja
13	Kaitselüliti	Q5	Tuleb sooritada täpsem valik	Kaitseb ja lülitab tsirkulatsioonipumpa sisse ja välja
14	Kaitselüliti	Q6	Tuleb sooritada täpsem valik, et sobiks 24 VDC	Kaitseb ja vajadusel lahutab akupanga voolukontuuri akupanga laadimis kontuurist
15	-	Q7	Tähistus viga, Q7 puudub joonisel	-
16	Kaitselüliti	Q8	Tuleb sooritada täpsem valik, et sobiks 24 VDC.	Kaitseb ja vajadusel lülitab sisse ja välja akulaadija akupanga voolukontuurile
17	LED	H1	Kollane – Põleb siis kui on inverteri ehk vaheldi toide	Signaal LED

18	LED	H2	Punane - Põleb siis, kui on võrgu toide	Signaal LED
19	LED	H3	Kollane - Põleb siis, kui on manuaalselt lülitatakse võrgu toitet inverteri toitele	Signaal LED
20	Päikesekollektorite pump	M1	Grundfos Solar PM 15-85/G 1x130 mm	Tekitada sundtsirkulatsiooni kollektori ja soojusvaheti vahel
21	Tsirkulatsioonipump	M2	Grundfos UPS 25-60 180	Tekitada sundtsirkulatsiooni akumulatsioonipaagi, küttekehade ja sooja tarbevee boileri vahel
22	Katla kütteringipump	M3	Grundfos UPS 25-40 180	Tekitada sundtsirkulatsiooni akumulatsioonipaagi ja keskküttekatla vahel
23	Lüliti	S1	Normaalolekus kinni (PUSH BUTTON)	Lülitab võrgu elektritoite peale
24	Lüliti	S2	Normaalolekus lahti (PUSH BUTTON)	Lülitab inverteeri elektritoite peale
25	Lülitusrelee	K2	Omron relee MKS 3-PIN-5	Relee, mis lülitab vastavaid signaal lampe H1 ja H2. Lisaks lülitab päikesepumba kontrolleri võrgutoitelt inverteeri toitele
26	Lülitusrelee	K3	Finder 40.52	Inverteri väljuv toide
27	Bimetall tajur ehk termorelee	K4	Roca 90 °C maksimaalne	Lülitab katla kütteringi pumba sisse ja välja, kui katlas ringlusvee temperatuur on üle 60 °C
28	Lülitusrelee	K5	Finder 40.52	Toite ümber lülitamiseks relee
29	Bimetall tajur ehk termorelee	K7	Tuleb sooritada täpsem valik	Termorelee, mis süsteemis rakendub alates 83 °C
30	Bimetall tajur ehk termorelee	K8	Tuleb sooritada täpsem valik	Termorelee, mis süsteemis rakendub alates 38 °C