



TALLINNA TEHNIKAKÕRGKOO

Andrus Tamm

PLASTIKUST ÕUEPINGI KONSTRUEERIMINE

LÕPUTÖÖ

Mehaanikateaduskond
Masinaehituse eriala

Tallinn 2011

SISUKORD

Lühendite loetelu.....	4
Sissejuhatus.....	5
1. Firma tutvustus.....	7
2. Toote ja komponentide kirjeldus.....	8
2.1. Toote tutvustus.....	8
2.2. Põhikomponentide kirjeldus.....	8
2.2.1. RGB LED.....	8
2.2.2. Aku.....	8
2.2.3. Päikesepaneel.....	8
2.2.4. Kontroller.....	9
3. RGB LED lambi ajalugu, eelised ja puudused.....	10
4. Aku ajalugu, eelised ja puudused.....	11
5. Päikesepaneeli selgitus.....	13
6. Kontroller.....	16
7. Konkureerivad LED valguslahendused.....	18
8. Näidis lahendus.....	20
8.1. Aku valik.....	20
8.2. Päikesepaneeli valik.....	21
8.3. Mikrokontrolleri valik.....	22
8.4. RGB LED valik.....	22
8.5. Ülejäänud kuluvahendid.....	23
9. Tehnoloogiline osa.....	24
10. Omahinna arvutus.....	30
Kokkuvõte.....	31
Summary.....	32
Viidatud allikad.....	33
Lisad.....	34
Lisa 1. Joonis Karp.....	35
Lisa 2. Joonis Külge 2.....	36
Lisa 3. Joonis Plaat.....	37
Lisa 4. Joonis Põhi.....	38
Lisa 5. Joonis Quantum.....	39
Lisa 6. Atmel 8-bit AVR mikrokontrolleri andmed.....	40

Lisa 7. Osram LRTB G6SG LED andmed.....	41
Lisa 8. Aku andmed.....	42
Lisa 9. Karbi F925.00 pinnalaotuse stantsimise programm.....	43
Lisa 10. Toote tehnoloogiline spetsifikatsioon.....	44
Lisa 11. Plastiku infoleht.....	45

LÜHENDITE LOETELU

1. LED – valgusdiod e. pooljuhtvalgusallikas.
2. RGB LED – punane, roheline, sinine valgusdiod.
3. ISP – interneti teenuse pakkuja.
4. PCB - (printed circuit board), trükkplaat.
5. MCU - mikrokontroller on mikrokiip, milles on peale keskprotsessori veel komponente, näiteks mälu. Võrreldes mikroprotsessoriga on mikrokontroller täielikum. Mikrokontrollereid kasutatakse peamiselt automaatjuhtimisseadmetes ja mehhatroonilistes süsteemides.
6. Türistor - on pooljuhtelement, mis päripinge olemasolul pärast lühikese tüürvoolu impulsi andmist tüürelektroodile juhib voolu anoodilt katoodile.
7. Muutmälu ehk operatiivmälu e. primaarmälu e. põhimälu e. suvapöördusmälu ehk RAM (lühend ingliskeelsetest sõnadest random access memory) on arvuti keskne mäluseade, kuhu saab andmeid kirjutada ja kust neid saab lugeda.
8. Takisti on element mingi soovitava või kindla takistuse tekitamiseks vooluringis.
9. Diod erineb takistist selle poolest, et juhib voolu vaid ühes suunas.

SISSEJUHATUS

Frog Industrial Design OÜ'l on plaanis valmistada tänavainventari, mis on varustatud modulaarse, sõltumatu LED-põhise valguslahendusega. Eeldusel, et plastikust korpus on eelnevalt olemas. Projekti eesmärk on valmistada joonised, leida lahendused, kuidas paigutada elektri elemendid tootesse ja leida esmane omahind, mis peab andma vastuse, kas liigutakse õiges suunas või tuleb tehniliselt midagi muuta. LED süsteem saab vajaliku energia, kas päikesepaneeli abil või vooluvõrgust. Valguse värvus ja selle variatsioon on kasutaja valitav või haldab seda automaatika. Süsteem peab sisaldama ka akut, et säilitada toide, kui päikese- või võrgutoite energia ei ole kättesaadav. Energia laadimist ja kasutamist hakkab kontrollima süsteemi mikrokontroller (MCU). Süsteem võib omada mitmeid liideseid, sealhulgas traadita kaughaldus, digitaalset värvi valikut ja sisesüsteemi reaaliajakellale täitmaks automatiseeritud ülesandeid. Süsteemi tarkvarauuendusi võib seadistada, kas traadita liidesega või kasutades tavapärase kaabelühendust.

Praegune projekt keskendub üksnes elektroonika haldamise süsteemile, eelkõige neljale tähtsamale elektrilisele komponendile - RGB LEDid, akud, päikesepaneelid ja mikrokontrollerid. Ülejäänud inventaari osad ei kuulu käesoleva projekti juurde. Projekti eesmärgiks on kirjeldada nelja nimetatud kategooria elektroonika komponente, mida praegu toodetakse maailmas ning luua lahendus, mis sobib tänavainventaari nõuetele. Uurin tootjaid ja tarnijaid nendele osadele, ja hindan hinna suundumusi komponentidele tulevikus. Lõpuks võrdlen sarnaseid tooteid (so päikeseenergiaal töötava ja RGB LED valguslahendusega), mis juba on olemas turul.

On mitmeid põhjuseid miks ma ei keskendu kõikidele komponentidele, mis on ilmselgelt väljatöötamiseks vajalikud, et luua tasuvat ja usaldusväärset toimivat süsteemi. Peamine põhjus on see, et osad on ülimalt standardiseeritud ja lihtsad. Omadused nende osade kohta on kindlaks määratud väikeste hulga parameetritega. Neid komponente võib kergesti süsteemis

vahetada ilma, et peaks projektis muudatusi tegema. Teiselt poolt, osad nagu kontrolleri MCU ei saa lihtsalt asendada muude samalaadsete toodetega, kuna mitmed parameetrid, mis iseloomustavad MCU'd on väga erinevad. See tähendab, et vahetamiseks põhikomponente on vaja ümber kujundada kogu süsteemi trükiplaadi (PCB) skeem.

1. FIRMA TUTVUSTUS

Frog Industrial Design OÜ on Eesti kapitalil loodud ettevõte, kelle peamiseks tegevusvaldkonnaks on lehtmetallist toodete arendamine ja valmistamine - seda nii allhanke kui omatoodete ärisuunal.

Lehtmetalli töötlemisega alustasime 1998. aastal, olles funktsionaalne üksus tootmisettevõtte Veeseadmed AS (uue nimega Eccua Production AS) koosseisus. Sama üksuse baasil loodi 2006. aasta algul eraldiseisev ettevõtte Frog Group OÜ, uue nimega Frog Industrial Design OÜ. 2006 a. lõpus valmis meie uus tootmishoone koos kontoriruumidega Tabasalus.

Kaasaegsed tootmiseseadmed ning kogenud kollektiiv on aastate jooksul võimaldanud oluliselt kasvatada meie klientide ärimahtusid. Meie klientideks on peamiselt müügi-, tootmis- ja tööstusettevõtted Põhjamaadest ja Euroopast. Valdav osa Frog ID toodangust läheb ekspordiks.

Põhisuunad, millega firma tegeleb:

Tootearendus - projekteeritakse ideede põhjal toote, mis vastab kliendi poolt esitatud nõuetele ja lõpptarbija ootustele.
Terviklahendused - valmistatakse jooniste põhjal terviklahendus, korraldades kõigi komponentide sisseost ja tootmisprotsessi. Allhange - kasutades CNC lehtmetalli töötlemiseseadmeid, valmistame tootekomponente suurtes mahtudes.

Antud hetkel töötab firmas 50 inimest, aasta käibega 3,5M eurot.

2. TOOTE JA KOMPONENTIDE KIRJELDUS

2.1. Toote tutvustus

Antud toote näol on tegemist välistingimustes kasutatava polüetaleenist valmistatud õuepingiga, mille peamine kasutusvaldkond peaks olema linnas avalikes parkides, tänavatel. Pakkudes võimalust istumiseks, kui ka õhtusel ajal piisavalt eredat, samas energiasäästliku valgustus. Suureks boonuseks võib pidada ka võimalust pinki kerge vaevaga teisalda ja pigutada teise kohta. Mille teeb võimalikus juhtmevaba valgustussüsteem.

2.2. Põhikomponentide kirjeldus

Neli kõige kallimat ja olulisemat süsteemi komponenti on:

2.2.1. RGB LED

Kolmevärvilist RGB LED kärke kasutatakse tegeliku heleda valguse loomiseks, mida moodul peab pakkuma. Värvide ja valguse intensiivsust saab valida kasutaja. Tekkivad värvuse kombinatsioonid (sh valge) on eelnevalt kindlaks määratud. Tehnoloogia järgi saadakse valge, kui osa sinisest valgusest muundatakse kollaseks. Kollane ja sinine koos loovad valge valguse illusiooni.

2.2.2. Aku

Aku on kasutuses energia taseme säilitamiseks, kui päikeseenergia või võrgutoite võimsus ei ole kättesaadavad.

2.2.3. Päikesepaneel

Päikesepaneeli kasutatakse, et süsteemi toita ja akut laadida päikeseenergiaga. Laadimist saab kasutada, kui on piisavalt päikeseenergiat.

2.2.4. Kontroller (MCU)

MCU on vastutav kogu süsteemi kontrolli eest, sealhulgas elektrilised toimingud(laadimine, energia kasutamine), kasutajaliidese juhtimine, samuti järelevalve terve süsteemi staatuse üle kogu kasutamise aja jooksul.

Neid komponente on raskem vahetatada, kui muud elektroonikat, mis tähendab, et asendamine võib nõuda süsteemi ümbertegemist või vähemalt korrigeerimiste tegemist. Näiteks aku on suhteliselt odav komponent, kuid selle tüüpi ei saa muuta, muutmata tarkvara, nagu laadimis- ja mahalaadimise algoritm sõltub aku töö põhimõtetest läbi keemiliste reaktsioonide.

Need neli esiletoodud komponenti moodustavad põhilise elektroonika aluse, et toota LED valgustusega välismööblit. Valides neid hoolikalt, saame:

- 1) valmistada süsteemse mooduli, mis võimaldab tootmises kasutada mitme erineva toote versioone, mida on lihtne ja kerge hooldada
- 2) laiendada süsteemi, lubades lihtsalt rakendada uuendusi ja täiendada süsteemi tulevikus
- 3) oodata, et aastatega komponentide hinnad langevad ja samas sellega ka toote omahind
- 4) vältida probleeme komponentide pakkujatega, saame enamiku nendest kergesti asendada
- 5) tagada mõistliku hinna ja kvaliteediga toote

3. RGB LED lambi ajalugu, eelised ja puudused

LED (valgusdiod, vaata joonis 1) lamp, põhineb pooljuhtdiodil, mis kiirgab valgust ja on üks populaarsemaid kaasaegse valgustuse lahendusi. Need põhinevad elektroluminesentsil, mis avastati 1907 Briti leiutaja H.J. Round'i poolt. LED on kasutusel aastast 1960 mitmesugustes seadmetes, indikaatorlampidena. Sisustus-ja välisvalgustuses kasutatavaid moodul lahendus LED lampe (ühe LED lambi pindala on tavaliselt vähem kui 1 ruut millimeeter) on samuti üha rohkem kasutama hakatud.



Joonis 1. Diodid

LEDi eeliseid traditsiooniliste või fluorestseeruvate pirnide ees on:

- 1) suurem tõhusus
- 2) pikem eluiga
- 3) väiksemate mõõtmetega
- 4) lühem sisse-, väljalülitamise aeg
- 5) suurem stabiilsus ja usaldusväärsus

Puuduseks on praegu suhteliselt kõrge alghind ja vajadus jälgida väga täpselt pingete kõikumisi ja soojuse ära juhtimist, sest sellest oleneb LEDi eluiga.

Üks viimaseid saavutusi LED-valgustitel on RGB LED laternad. RGB LED lambid kasutavad kolme erinevat pooljuhti, kõik tekitavad ühe värvi - punase, rohelise või sinise. Kombineerides neid, suudavad need kuvada erinevaid värvispektreid.

RGB LED-tehnoloogia võimaldab meil toota värvi muutvaid valguslahendusi, mis on ka vastupidavad ja nõuavad vähe energiat. See on põhjus, miks RGB LED-tehnoloogia sobib ideaalselt praegusesse projekti. Kuna süsteem peab olema võimeline töötama ka päikeseenergial, siis saadav energia on piiratud, seega peab tehnoloogia olema võimalikult energiasäästlik. Samuti, nagu süsteemi vastupidavus välitingimustele, kuhu toode

paigutatakse. Seega mida töökindlam see on seda parem. Samuti on kindel, et hind RGB LED'i tulevikus väheneb, võrreldes traditsiooniliste valgustitega. Selle põhjuseks on tootmismahdade suurenemised ja edusammud LED tootmistehnoloogias, mis muudab LED-tehnoloogia taskukohasemaks aastate jooksul.

Kasvavad energiahinnad survestavad veel rohkem, et kindlustada kättesaadava hinnaga LED lahendused, traditsiooniliste valguselementide asemel. Ülemaailmselt on palju tootjaid RGB LED lampidele. Kuna Osrami toodetel on kõrge kvaliteedi ja mõistliku hinna suhe, valin projektile vajaliku valgusti Osrami toodete kataloogist. Täpsustused jägmistes peatükkides.

4. Aku ajalugu, eelised ja puudused

Juhul, kui vooluvõrk või päikesevalgus ei ole kättesaadav aga valgust on vaja, siis saab moodul toite akult. Sealhulgas erinevate akutehnoloogiate vahel valides arvan, et plii-happe aku sobib praeguse toote nõuetele kõige paremini.

Järgmises tabelis on loetletud hetkel rohkem levinud akude karakteristikud:

Tabel 1

Akude võrdlus

	NiCd	Lead-acid	NiMH	NiZn	Lithium ion
Cell voltage (V)	1.2	2.1	1.2	1.6	3.6
Specific energy (MJ/kg)	0.14	0.14	0.36	0.36	0.46
Energy density	Moderate	Moderate	High/Moderate	High	Very high
Price	Inexpensive	Inexpensive	Inexpensive	Moderate/Inexpensive	Very expensive
Self discharge rate	Moderate	Moderate	High/Low	Low	Very low
Note	Contains Cadmium, use virtually prohibited in Europe	Common throughout automotive industry	Very heavy	Introduced to market in 2009, limited availability	Common in portable consumer electronics, volatile – may explode

Liitium-ioon akud on liiga kallid projekteeritava süsteemi jaoks ja kättesaadavus NiZn akudel on piiratud, nii et reaalselt võib kaaluda ainult NiCd, plii-hape ja NiMH akude vahel. Euroopa Liidus, on kasutamine ja tootmine NiCd akudele keelatud alates aastast 2006, direktiivi 2002/95/EC. (direktiiv piiramise kohta seoses teatavate ohtlike koostisainete olemasolust elektri-ja elektroonikaseadmetes) [viide 7]. See jätab valiku pliiakude ja NiMH vahel, kuid NiMH akud piisava suurusega ja sobivusega projektile on liiga rasked ja palju kõrgema hinnaga võrreldes pliiakuga. Pliiakud on vanimad laetavad akud. Leiutas Prantsusmaa füüsik Gaston Plante 1859 aastal, plii-hape aku oli esimene laetav aku kasutamiseks ärilisel eesmärgil. 150 aastat hiljem, oleme siiani olukorras, kus plii-happe aku on enim kasutatav autodes, ratastoolides, motorolleritel, golfiautodel ja UPS süsteemides. Pliiaku on säilitanud siiani turuosa rakendustes, kus uuemat tüüpi aku koostisosad oleks, kas liiga kallid või muidu sobimatud. Pliiakud koosnevad plii-dioksiidi katoodidest, metallplaatidest, plii anoodist ja väävelhappelahusest, mis on elektrolüüdiks. See raskemetall element teeb nad mürgiseks ja keskkonnale ohtlikuks. Voolu tarbimise ajal süsinikdioksiid (positiivne plaat) ja plii (negatiivne plaat) reageerivad elektrolüüdis, milleks on väävelhapet, millest vabaneb pliiisulfaat, vesi ja energia. Laadimise ajal on tsüklil vastupidine.

Pliiaku peamised eelised on:

- 1) odav hinnatase
- 2) usaldusväärsust, üle 140 aastat arengut, plii-hape tehnoloogia on põhjalikult arenenud ja väga standardiseeritud
- 3) stabiilsus, kannatab valesid kasutamisevõtteid hästi. Pliiaku talub muutusi tööparameetrite vahemikus, mis hävitaks teised akud
- 4) tolerantsemad ülelaadimisele - oluline omadus autotööstusele, laadimis- ja tühjenemistsükleid ei kontrolli arvuti, auto aku on laadimises alati, kui mootor töötab
- 5) madal sisetakistus - tähtis omadus autotööstuse, pakkuda suurt pinget käivitamisel
- 6) kättesaadav paljudes erinevates suurustes ja võimsustes

7) arvukad tarnijad kogu maailmas, kuna plii-happe aku on nii tavaline autotööstuses, saab olla kindel, et see jääb laialdaselt kättesaadavaks

Peamised puudused:

- 1) Väga raske ja kogukas võrreldes teiste akudega. Pliiakut ei saa kasutada väikestes käsiseadmetes, kuid see ei ole probleem praeguse projekti puhul
- 2) Ülekuumenemise oht laadimise ajal. Samuti ei ole probleem praeguse projekti puhul, kuna on ainult piiratud määral energiat kättesaada; ka maksimaalse laadimisvoolu võib piirata süsteemiga
- 3) Ei sobi kiire laadimine – käesolevas projektis plaanitakse laadimist pikemal perioodil, tavaliselt mitu tundi
- 4) Elutsüklid umbes 300-500 tsüklit. Süsteem kestab kauem, kui vältida pidevalt tühjaklaadimist
- 5) Mürgiseid kemikaale - pliiaku sisaldab mürgist pliid. On olemas ohutud kõrvaldamise protsessid. Akude taasringlus protsess on enim kasutatud kogu maailmas
- 6) Kasutades on temperatuuri alumine piirväärtus -15°C

Akudele on palju tootjaid ja tarnijaid maailmas. Kuna akusid on toodetud juba kaua aega, siis on tooted praktiliselt eristamatud. See tähendab, et on võimalik edaspidi muuta tootjat ja akut ilma tekitamata negatiivset mõju üldisele elektroonikale.

5. Päikesepaneeli selgitus

Päikesepaneel (vaata joonis 2) on üks kallimaid osasid kirjeldatud komponentide nimistusja seega peab olema valitud hoolikalt.

Hulgas erinevate fotoelektrilise tehnoloogiaid (fotogalvaanilised elemendid, fotogalvaanilise diodid, fototransistorid ja türistorid, vedel elektrokeemilised paneelid, jne.) ainult hetkel on

energia tootmiseks kasutuses ainult fotogalvaanilised elemendid, kuna teistel elementidel on tõhusust liiga madal.



Joonis 2. Päikesepaneel

Kaasaegsed fotogalvaanilised rakud on põhiliselt kaks omavahel ühendatud pooljuhti. Pooljuhid on tahked materjalid, mis tähendab, et nende aatomid on paigutatud võrgustikuna.. Selleks, et saada tugev elektriline pinge ja suurendada tööstusvoolu, on rakud ühendatud nii, et saame suure fotoelektrilise paneeli, mida nimetatakse ka mooduliks. Kuna rakud on väga õhukesed ja murduvad lihtsalt, on nad ümbritsetud ilmastikukindla materjaliga ja kaetud tugeva, samas läbipaistva klaasiga.

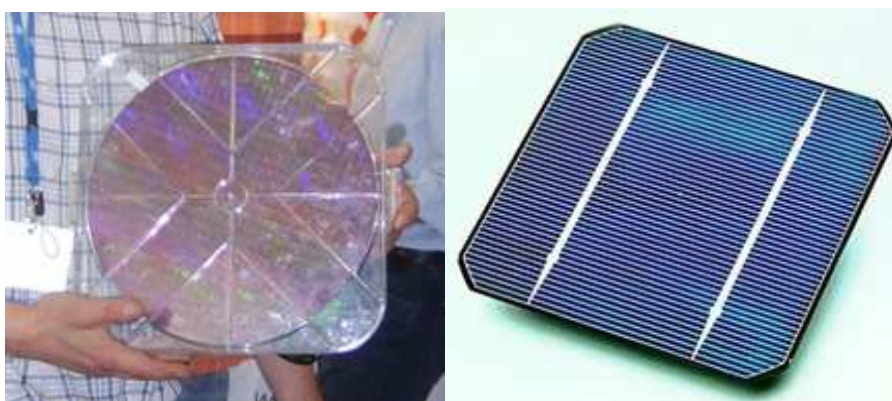
Peamine tegur, mis takistab päikeseenergia laia levikut on kõrge hind pooljuhtmaterjalist päikesepaneelidel, mis omakorda kajastub ka elektri hinnas, mida toodetakse paneele kasutades. Kuigi räni on hapniku järel teine kõige levinum element Maal, siis miks on päikeseplatadeid nii kallid? Selleks, et räni tekiks fotogalvaaniline efekt, tuleb ta puhastada väga kvaliteetseks, mis on kallis protsess. Selline puhas pooljuht räni on väga kallis toot. Samal ajal on suur nõudlus räni järgi ka elektroonikatööstuses, kus sama materjali kasutatakse arvutikiipides ja muudes sarnastes elementides. Päikeseplatadeid kasutavad suhteliselt suurtes kogustes pooljuhtmaterjalina räni.

Kuigi päikesepaneelidel on kõrge hind, siis on neil ka eeliseid energia allikana - nad ei reosta ümbruskonda, neil ei ole liikuvaid osi, mis võiksid puruneda ja tekitada müra. Seetõttu nad nõuavad vähe hooldust ja on odavad kasutada.

Kuigi päikesepaneelide tehnoloogia areneb pidevalt edasi, vähendades sellega hindu ja suurendades tõhusust, kavatsen kasutada esimesi algseid paneelide mudeleid valgustussüsteemis. Originaalseid mono-või polükristallilised räni PV tehnoloogiat pakutavaid arvukad pooljuhte tootvad firmad üle maailma. See on kõige kasulikum variant ning tagab, et

üldine hinnatase süsteemil jääb madalaks ka tulevikus. Uusi tehnoloogiaid pakuvad praegu ainult mõned tootjad ja toodetel võib esineda puuduseid, mis ei ole hetkel veel teada.

Monokristallidest moodulid koosnevad rakkudest (vaata joonis 3), mis on lõigatud ümar ketas suuremast kristallist. Materjal on pressitud üheks pikaks ümaraks toorikuks, millest on lõigatud õhukesed ümarad plaadid. Et minimaliseerida jäätmeid, võib jätta rakud täielikult ümarad või need võivad olla lõigatud muudeks kujundeiks, säilitades enam-vähem algse ringi. Kõik rakud on tumesinist värvi.



Joonis 3. Lamineerimata ja lamineeritud paneel

Polükristallilised rakud on valmistatud sarnaselt räni materjalist, välja arvatud, selle asemel, et nad oleks ühte kuju on need sulatatud ja valatud vastavasse vormi. Tavaliselt on need vormid ruudukujulised, et neid oleks hiljem omavahel hea sobitada. Sellisel valamisel on aga probleemiks see, et jahtudes tekivad ebakorrapäraseid kristallilised ühendused, mis vähendavad saadavat konverteeritavat energia kogust. See tähendab, et rohkema energia saamiseks peab valmis moodul olema suurem, kui monokristalliline moodul.

Ehituselt on valmis moodulid üldiselt sarnased, see tähendab, et tagakülg on lamineeritud plastikuga ja esikülg on kaetud karastatud klaasiga, liim on sama, mida kasutatakse autotööstuses turvaklaasida tootmises.

Hetkel pakub huvi Soome päikesepaneelide tootja Naps [viide 8], eriti firma asukoha ja kvaliteedi pärast, mis aitab samuti projekti kulusid kokku hoida. Naps loodi 1980ndate aastate algusest, kui Soome nafta-ja gaasifirma Neste alustas teadusuuringuid alternatiivsete

energiaallikate tehnoloogiates. Tol ajal Naps osales tuuleenergia, päikeseenergia, biokütuste ja muidugi päikeseenergia uuringutes. Naps'i lähedane ühendus Nestes aku tootmisharuga andis tulemuseks arusaamise energia salvestamisest, eriti pliiakudega. Aastal 2000 loodi päikeseenergia firma Naps Systems Oy.

Kuna enamuste tootjate päikesepaneelide omadused on üsna sarnased, ei teki tulevikus probleeme, kui tekib vajadus vahetada kas paneeli või firmat. Kuna päikeseplatari on modulaarne komponente, siis vahetades tehnoloogiat (kui tehakse tulevikus soodsam või kättesaadavam lahendus) ei ole vaja eraldi süsteemitarkvara või elektroonikat vahetada ega programmeerida.

6. Kontroller

Mikrokontroller (MCU) on väike arvuti ühes kindlas integraalsüsteemis (vaata joonis 4), mis sisaldab protsessori tuuma, mälu ja programmeeritavat sisend / väljund välisseadet. Programm on sageli kantud kiibile, samuti tüüpiliselt väike kogus muutmälu.



Joonis 4. Mikrokontroller

Hinna poolest on odavam 8-bitine mikrokontroller , mida on saada alla €0,17 tk. olenevalt kogusest, tavaliselt alates tuhandest ning 32-bitine mikrokontroller umbes €0,6tk sarnastes kogustes. Andmed on aastast 2009.

Praeguses projektis peaks kontroller toimetama seadmete energia kasutamist, laadimisi ja valguse signaale LED lambi kõigidel värvidel. Mikrokontrollerid mida kavatsen kasutada töötavad väga madala sagedusega, võimaldades madalat energiakulu (millivatti või

mikrowatt). Kontrollerid on võimelised säilitama funktsionaalsuse oodates käsklusi, näitks nagu nupu vajutamine või muud katkestused.

Kõige olulisemad tootjad mikrokontrolleritele on praegu Atmel, Microchip Technology Inc. ja Parallax.

Praeguses LED valgusega varustatud linnamööblil on mikrokontroller vastutav kogu süsteemi kontrolli eest, sealhulgas energia kasutamine, kasutajaliidese juhtimine ja samuti järelevalve süsteemi kontroll kogu toote kasutamise aja jooksul.

Parim valik süsteemi jaoks on Atmeli AVR 8-bitine mikrokontroller (viide 3), millel on järgmised eelised:

- 1) lihtne programmeerida ja hooldada
- 2) arvukad sisendid ja väljundid võimaldavad projekteerida vastupidavat ja kergesti kontrollitavat süsteemi
- 3) väga tugeva konstruktsiooniga
- 4) madala hinnaga
- 5) väga madal voolutarve ja võimalik kasutada erinevaid puhkeolekuid
- 6) need kontrollerid on saadaval ka IEEE 802.15 integreeritud vastuvõtjaga / saatjaga, see võimaldab jälgida ja kontrollida kogu süsteemi eemalt, andmeedastus on võimalik kuni 200 meetrit kauguselt

7. Konkureerivad LED valguslahendused

Praegu päikeseenergial töötavaid välistingimustes LED valgusteid, kui ka erinevaid RGB LED valguslahendusi võib turul leida kommertstootena, süsteeme, mis sisaldavad mõlemat tehnoloogiat korraga leidub kindlasti vähem, kuid neid on siiski võimalik luua ise - inseneeritud terviklahendusi nii suur-, kui ka väiketootjatena. Kärg RGB LED ja päikeseenergia kasutatavus nii sise-, kui ka välitingimustes on suhteliselt uus mõiste, nii et üldiselt on vähe standardiseeritud moodultooteid, millest tavaline tarbija või väikeettevõtte omanik võiks ehitada valguslahendusi enda isiklike vajadusi silmas pidades. Lisas on loetletud mõned tootjad ja tooted, mida võiks võrrelda hetkel töös oleva tänavainventaari süsteemi lahendusega.

7.1. Välistingimustes kasutatavad LED valgustus lahendused:

http://www.coolstrip.co.uk/pdf/Poweredled_3_RGB.pdf

http://www.secbattery.com/sec_industrial_battery_company/products_and_services/3,1,312,17,27769.html?kw=solar%20lighting%20outdoor&fl=428929&ci=3046029051&network=s

http://www.ec21.com/ec-market/led_street_light_module.html

<http://ericshaw.en.made-in-china.com/product/loSmukgPgZVD/China-5050-Pixel-Waterproof-RGBSMD-LED-Module.html>

7.2. Päikesepaneeliga valgustus lahendused:

<http://www.solarlighting.com/>

<http://www.amazon.co.uk/Solar-Powered-Outdoor-Lights-Garden/b?ie=UTF8&node=13679871>

<http://www.thesolarcentre.co.uk/>

<http://www.solarilluminations.co.uk/>

7.3. RGB LED valgustusega täiendatud mööbel:

Platikust valmistatud õuepinke hetkel turul pakkuda teisi ei olegi – vähemalt ei suutnud leida. Küll on aga sisetingimustes kasutatavat mööblit (vaata joonis 6), mis on täiustatud

valgustusega. Ja erinevaid statsionaarseid linnamööbleid (vaata joonis 5), teistest materjalidest. Lisan mõned pildid, mis annavad väikese ülevaate:



Joonis 5. RGB valguslahendus Hispaanias (viide 5)



Joonis 6. RGB valgustatud mööbel, Itaalias (viide 6)

8. NÄIDISLAHENDUS

Järgnevas lõigus püüan kirjeldada näidislahenduse, mis koosneb eelnevalt kirjeldatud põhikomponentidest – põhiline, et oleks lihtne ja taskukohane LED valgustatud tänavamööbli elektroonikaks. Ülejäänud valgustus süsteemi komponendid on suhteliselt marginaalse hinnaga võrreldes põhikomponentidega ja nendele detailidele on maailmas arvukalt tarnijaid, see tähendab, et puudub praktiliselt võimalus, et tootmine võiks jääda seisma nende hinna või kättesaadavuse pärast.

8.1 Aku valik



Joonis 7. 12V aku

Kõige kuluefektiivsem oleks kasutada 12V [viide 1] pliiakut (variandid 6V või 24V), mis võimaldab kasutada standardseid komponente, mis on ühised autotööstusega. On olemas ka mitmeid muid füüsilisi omadusi, miks 12V aku sobib kõige paremini süsteemiga (näiteks 6V akul on liiga madal pinge, et LED saaks korralikult toimida), kuid neid küsimusi ei käsitleta käesolevas dokumendis. Samas on palju tootjaid ja tarnijad pliiakudele, kuna see tehnoloogia on laialdaselt levinud autotööstuses, seega tõenäolisus, et tekiks tarnijatega probleeme, on minimaalne. Kuna 12 V pliiaku on tööstuses standardne, siis vajadusel saan kasutada erinevate tarnijate tooteid, muutmata süsteemi tarkvara.

12V pliiaaku on ülimalt standardiseeritud, väga odav ja lihtne hooldada. Peamiseks puuduseks on madal energia pinge, mis tähendab, et saada vajalik kogus energiat, peab aku mass olema suhteliselt suur. Sellegipoolest ei suurendada aku kaal mööbli kogumassi märgatavalt. Mahtuvus peab akul olema vähemalt nii palju, et süsteem toimiks vähenalt läbi öö. Soovian kasutada vähemalt 7A/h aku. Akut võib süsteemis kasutada erinevalt. See tähendab, et kuisüsteem töötab ainult päikeseenergial, siis võib akut kasutada rohkem. Kui süsteem toimib põhivõrgus, võib akut kasutada vähem või üldse ära jätta ringlusest. Kontroller määrab automaatselt aku mahtuvuse ja vastavalt sellele toimigu. See tähendab põhimõtteliselt, et kontroller toimetab vastavalt hetke vajadusele ja seadistab laadimist/mahalaadimist olukorrast lähtuvalt, mis samuti optimeerib aku kasutamist.

8.2 Päikesepaneeli valik



Joonis 8. Päikesepaneeli moodul

Päikesepaneelid (viide 2) on modulaarsed komponendid, mida saab hõlpsasti vahetada. See tähendab, et kui tulevikus arendatakse soodsamad ja paremini toimivad lahendused on neid kerge süsteemiga sobitada, muutmata elektroonikat ja tarkvara.

Soovitan siin kasutada 50-100W päikesepaneel nimipingega 17.6V. See nn praktiliselt kõige tavalisem pinge saadaval päikesepaneelidel. Vastav pindala peab päikesepaneelil jääma umbes 0,5-1,2m². Eraldi laadijat vaja ei ole, kontroller jälgib ka siin, et kõik vastavad protsessid toimiks.

8.3 Mikrokontrolleri valik



Joonis 9. Atmel mikrokontroller

Parim valik on Atmel 8-bit AVR mikrokontroller [viide 3]. See on kõige levinum mikrokontroller, mida kasutavad entusiastid üle kogu maailma, sest omab piiramatult võimalusi ja on lihtne programmeerida. Integreeritud vastuvõtja/saatja abil on võimalik jälgida ja kontrollida süsteemi juhtmevabalt, mis aitab säästa hooldusinseneride tööaega. Samas on ka teisi eeliseid võrreldes kaablil põhinevate lahendustega, seda on soodsam ehitada, vandaalitsemissel kindel, võimaldab mööblit positsioneerida, muretsemata kaablite pärast ja võimalik kokku hoida kaablimaterjalidelt.

8.4 RGB LED



Joonis 10. Osram LED

Soovitan kasutada OSRAM LRTB G6SG LED(vaata joonis 10)[viide 4] valgustus elementi. See LED on väga kõrge optilise tõhususega, rohkem valgust vähesema energiaga. Lihtne ja kerge seadistada paljudes erinevates valgustoonides.

8.5 Ülejäänud kuluvahendid

Muud osad on mininaalse hinnasurvega võrreldes üleval loetud komponentidega, kuid neid on siiski vaja, et süsteem toimiks.

- 1) takistid (mida iseloomustavad: vastupidavus, võimsus, korpuse tüüp)
- 2) kondensaatorid (mida iseloomustavad: mahtuvus, pinge, korpuse tüüp)
- 3) diodid
- 4) pingeregulaatorid
- 5) kaablid, juhtmed, pistikud, pesad.
- 6) kruvid ja poldid, sõlmede ühendamiseks
- 7) tihendid, et suurendada veekindlust

9. TEHNOLOOGILINE OSA

9.1. Karbi valmistamine, joonis 925.200

9.2. Seadmete valik ja põhjendus

Seadmete valikul lähtusin detailide nõuetest, materjalipaksusest ning võimalikult ratsionaalsest valmistamisest. Antud töös on kasutatud ainult ettevõtte pingiparki;

- Revolver-stantsimiseks vajaminevad lehtmetalli toorikud lõigatakse välja giljotiinil (Amada GPN 425), kus lehe maksimaalne laius on 2500mm, ja tolerants 0,2mm.
- Detailide pinnalaotused valmistatakse arvjuhtimisega revolver-stantspingis Amada Aries 255 (lehe maksimalsed mõõdud on 1250x1250 mm, koos siirdega, täpsus +/- 0,1 mm 1000 mm kohta, löögijõud 200 kN, maksimaalne lehe paksus 5,0mm). Pingi eeliseks keerukate detailide puhul INDEX pesade olemasolu ja võimalus kiiresti ja lihtsalt teha ümberhäälestusi.
- Painutamine toimub arvjuhtimisega painutuspingis Amada HFBO 130-3 (survejõud 1300kN, maksimaalne painutuspikkus 3000mm). Seade on kiiresti seadistatav ja täpsus +/- 0,1 mm. Kuna tegemist on prototüüp tootmisega, siis on oluline kiire häälestus, et säästa tootmise aega.
- Keermeavade keermestamine ja avade faasimine toimub Strands 25M puurpingis.
- Keevitamine toimub Fronius TransPlusSynergic 5000 poolautomaat seadmega.
- Keevitusõmblused lihvitakse nurklihvijaga, Makita 9562C

9.3. Operatsiooni aegade arvutamine

Siinkohal leiame operatsiooni detailide tükiajad T_T , kasutades selleks: T_M - masina tööaeg,

T_A – operatsiooni abiaeg ja töökoha teenindusaega.

Kõikide operatsioonide abiajad T_A ja töökoha teenindusajad määratakse kogemuslikult varasemate tulemuste alusel.

9.3.1. Giljotiini töö

$$GT_M = m \cdot k,$$

kus GT_M – giljotiini masinaaeg (s),

m – detaili mass (kg),

k – giljotineerimise aja koefitsent, saadud praktilisest kogemusest 3,32.

Toorik programmilehelt, F925201

$$m=2,2 \text{ kg}$$

$$GT_M = 2,2 \cdot 3,32 = 7,3s$$

Tabel 2

Giljotiini tööaeg

Detail	Masina tööaeg T_M , s	Abiaeg T_A , s	Teenindusaeg, s	Tükiaeg T_T , s
F925201	7,3	60	60	127,3

9.3.2. Revolver-stantsimise töö

Detailide masinajad saadakse CAM programmi Punsh 5 väljastatud töölehel, kus programm selle arvutab ning mille õigsust on eelnevalt kontrollitud realsete mõõtmistega.

Tabel 3

Revolver-stantsimise tööaeg

Detail	Masina tööaeg T_M , s	Abiaeg T_A , s	Teenindusaeg, s	Tükiaeg T_T , s
F925201	101	600	20	721

9.3.3. Painutamise töö

Painutamiseks kuluv masinaaeg leitakse valemiga:

$$PT_M = PA \times 20,$$

kus PT_M – detaili painutamiseks kuluv aeg (s),

PA – painete arv,

20 – aeg ühe painutuse tegemiseks (s).

Detail F925.201

$$PA = 4$$

$$PT_M = 4 \times 20 = 80s$$

Detail F925.202, 2tk

$$PA = 1$$

$$PT_M = 1 \times 20 \times 2 = 40s$$

Tabel 4

Painutamise tööajad

Detail	Masina tööaeg T_M , s	Abiaeg T_A , s	Teenindusaeg, s	Tükiaeg T_T , s
F925.201	80	31,55	15	126,55
F925.202	40	12,6	10	62,6

9.3.4. Keermestamise töö

Keermestamiseks kuluv masinaaeg leitakse järgnevalt:

$$KT_M = KA \cdot 10,$$

kus KT_M – Detailil olevate keermete keermestamiseks kuluv aeg (s),

KA – keermete arv detailis (tk),

10 – aeg ühe keeme lõikamiseks (s).

Detail F925.201

$$KA = 11$$

$$KT_M = 11 \cdot 10 = 110s$$

Tabel 5

Keermestamise tööajad

Detail	Masina tööaeg T_M , s	Abiaeg T_A , s	Teenindusaeg, s	Tükiaeg T_T , s
F925.201	110	2,3	10	122,30

9.3.5. Faasimine

Faasimiseks kuluv masinaaeg leitakse järgnevalt:

$$FT_M = KA \cdot 10,$$

kus FT_M – Detailil olevate faaside faasimiseks kuluv aeg (s),

KA – faaside arv detailis (tk),
10 – aeg ühe faasi lõikamiseks (s).

Detail F925.201

KA = 11

$FT_M = 2 \cdot 10 = 20s$

Detail F925.202

KA = 11

$FT_M = 6 \cdot 10 = 60s$

Tabel 6

Faasimise tööajad

Detail	Masina tööaeg T_M , s	Abiaeg T_A , s	Teenindusaeg, s	Tükiaeg T_T , s
F925.201	20	4	15	126,55
F925.202	60	4	15	62,6

49.3.6. Keevitamine

Keevitamiseks kasutatakse 1,2mm traati, keevituskiirus $V_w=200\text{mm/min}$

Hinnanguliselt tehakse detailide „fikseerimiseks“ kaheksa 4mm pikkust keevist.

Masinaajaga

$T_m=(8 \times 4)/200=0,16\text{min.}$

Lõplikuks keevitamiseks on vajalik kaks 374mm pikkust keevitust kaatetiga 3mm.

Lõppkeevitamise masinaaeg:

$T_m=2 \times 374/200=3,74\text{min}$

9.4. Materjalikulu arvutus detailile F925.200

Materjalikulu arvutamisel võetakse aluseks detaili kaalud, mis on eelnevalt ka ülekontrollitud ning vastavad realsusele.

Kulutused materjalile:

$$S_m = q \cdot h - q_j \cdot h_j = 2,2 \cdot 65 - 1,46 \cdot 18 = 7,5 \text{ €}$$

kus,

S_m – kulutused materjalile ühe sõlme kohta (€/koost)

h – materjali hind ühe kilo kohta (4,2€/kg)

q_j – jäätmete kogus ühe alamkoostu kohta (1,46kg)

h_j – jäätmete hind (1,2€/kg)

q – materjali kulunorm det. kohta

10. OMAHINNA ARVUTUS

Hinna arvutamisel (vaata tabel 7) on käsitletud prototüübi valmistamise hinda. Leitud on vajaminevate materjalide kulu, ostukomponentide maksumus ning koostamiseks kuluva töö hind ühele tootele. Osakonna üldkulud on kantud protsessi töötunni hinna hulka. Hind on indikatiivne ja kindlasti muutub tulevikus.

Tabel 7

Omahind

Kirjeldus	Tootja	Kogus		Tükihind (EUR)	Hind kokku (EUR)
Adapter 220ACV to 17DCV (16-17 V), 3A max 60W		tk	1,00	20,000	20,00
Trükiplaat		tk	1,00	35,288	35,29
LED paneel		tk	1,00	19,419	19,42
Kaablid trükiplaadile		m	1,00	6,678	6,68
Kaablid tavaühendusele		m	1,00	0,000	0,00
Ühendusklambrid		tk	2,00	2,700	5,40
Metall karp LED'i paigutamiseks		tk	1,00	7,400	7,40
Quantum plastik kest		tk	1,00	90,000	90,00
Juhtpult		tk	1,00	25,000	25,00
Aku		tk	2,00	13,500	27,00
Kaablid akule		tk	1,00	0,800	0,80
Kinnitusvahendid		tk	18,00	0,200	3,60
Silikon		ml	50,00	0,030	1,50
Päikesepaneel 60W 400x400x35		tk	2,00	60,000	120,00
Kinnitusvahendid		tk	10,00	0,200	2,00
Koostamine		tk	2,00	15	30,00
Material total:					394,08
Koostamine					6,80
Summa:					400,88
Kasum				15,00%	60,13
Kokku:					461,02

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli leida modulaarne lahendus konstrueerimaks plastikust õuepink, millele on lisatud elektroonilised komponendid (LED, aku, päikesepaneel, kontrolleri), et tagada pingi valgustatus, nii päikeseenergial, kui ka vooluvõrgus. Selle konstruktsiooni tulemiks tuli leida komponendid, mida oleks ka pikemas perspektiivis turul saada, mõistlikul hinnaskaalal. Samas peavad nad olema piisavalt tavapärased, et probleemide korral oleks võimalik neid asendada analoogsete toodetega, ilma, et oleks vajadust muuta toote konstruktsiooni või elektrisüsteemi.

Töös on välja toodud põhikomponentide selgitused, kirjeldused, kasutusvaldkonnad, eelised ja puudused.

Tulemuseks on õuepingi prototüüp jooniste ja projekti tasemel, millele on valmistatud metallosade valmistamiseks tehnoloogiline kaart ja saadud indikatiivne omahind. Edasi tuleb siit liikuda juba reaalsuse poole ja valmistada esimene näidistood, mille käigus tuleks kõrvaldada võimalikud tekkivad probleemid ja saada paika komponentide hinnad. Samuti tuleb katsetada toodet välitingimustes, sest võib tekkida seni hindamata probleeme.

SUMMARY

Frog Industrial Design OÜ is planning to produce plastic street furniture, equipped with modular, independent LED-based lighting solutions. The plastic parts are already in stock, all what needs to be done is install and fit electric parts that includes aluminium part. LEDs in the system are powered either by solar cells or by mains network. The colour of the light and its intensity are user selectable or managed by automatics. The system will also include a battery to sustain the power whenever solar or mains power is not available. Charging/discharging of the system's battery is controlled by the system's microcontroller. The system may possess several interfaces including wireless ZigBee interface for remote management, digital buttons for colour/intensity selection and an on-system real-time clock for performing automated tasks. System's software update can be performed either over the wireless interface or by utilizing ISP interface.

Current project focuses exclusively on the electronics managing the system, specifically the four costliest electric components - RGB LEDs, battery, solar cell and microcontroller. Rest of the furniture is not part of the current report.

The aim of the research document is to describe the electronics components in these four categories currently produced in the world and establish the combination of solutions that might best suit the requirements of the furniture. I will describe the manufacturers and suppliers of these components, and assess the price tendencies of the components in the future. Finally, we will cover similar products (that is, solar-powered and RGB LED lighting solutions) already on the market.

At the end I have made drawings, how to install components and have indicated price 461,02€.

VIIDATUD ALLIKAD

1. Ultracell. Akude valikud. [WWW] <http://ultracell.co.uk/datasheets/ulseries/ul7-12.pdf>
2. Suntech. Päikesepaneelid. [WWW] <http://am.suntech-power.com/index.php>
3. Atmel. AVR Microcontroller. [WWW] http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/8266S.pdf
4. Osram. LED valik. [WWW] <http://catalog.osram-os.com/catalogue/catalogue.do?favOid=000000000001ff1600080023&act=showBookmark>
5. Light and colour in urban spaces. [WWW] http://rice.iuav.it/192/1/04_irisarri-torres-garcia.pdf
6. Archi Expo. The Virtual Architecture Exhibition. [WWW] <http://www.archiexpo.com/prod/iso-italia-spa/led-rgb-panels-65728-445006.html>
7. Official Journal of the European Union. DIRECTIVE 2002/95/EC [WWW] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:037:0019:0023:en:PDF>
8. NAPS. Solar Modules. [WWW] <http://www.napssystems.com/en/naps-solar-modules>

LISAD

- 1) Joonis Karp
- 2) Joonis Külg 2
- 3) Joonis Plaat
- 4) Joonis Põhi
- 5) Joonis Quantum
- 6) Atmel 8-bit AVR mikrokontroller andmed
- 7) OSRAM LRTB G6SG LED andmed
- 8) Aku andmed
- 9) Karbi F925.200 pinnalaotuse stantsimise programm
- 10) Toote tehnoloogiline spetsifikatsioon
- 11) Plastiku infoleht

Lisa 1. Joonis Karp

Lisa 2. Joonis Külg 2

Lisa 3. Joonis Plaat

Lisa 4. Joonis Põhi

Lisa 5. Joonis Quantum

Lisa 6. Atmel 8-bit AVR mikrokontroller andmed

Lisa 7. OSRAM LRTB G6SG LED

Lisa 9. Karbi F925.200 pinnalaotuse stantsimise programm

Lisa 10. Toote tehnoloogiline spetsifikatsioon

11. Plastiku infoleht