



UNIVERSITETI I PRISHTINËS

"HASAN PRISHTINA"

FAKULTETI I INXHNIERISË MEKANIKE

Rruga Agim Ramadani, Ndërtesa e Fakulteteve Teknike, 10 000 Prishtinë, Republika e Kosovës

Tel: +383 38 552 126 ext. 101 * E-mail: info@uni-pr.edu * www.uni-pr.edu

Nr. Prot.: 688
Datë: 27.09.2023

**RAPORTI I VLERËSIMIT PËR DORËSHKRIMIN E
PUNIMIT TË DIPLOMËS SË MASTER-it**

Fakulteti	Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike
Departamenti/Programi	Mekatronikë
Projekt propozimi	"Zhvillimi, kontrollimi dhe monitorimi i operimit të mekanizmit dy aksial për përcjelljen e trajektores së diellit – sm44m3v15p me grup të moduleve fotovoltaike"
Kandidati	BSc. Zgjim Guraziu
Mentori	Prof. Asoc. Dr. Shpetim Lajqi
Aprovimi i Projekt propozimit në Këshillin e fakultetit	Datë: Vendimi me nr.: 1159/2-2

Vlerësimi i dorëshkrimit:

Në bazë të vendimit të Dekanit të Fakultetit, Nr. 1159/2-2 të datës 06.09.2023 është formuar komisioni me këtë përbërje:

1. Prof. Dr. Agron Pajazit - Kryetar
2. Prof. Asoc. Dr. Shpetim Lajqi - Mentor/Anëtar
3. Prof. Asoc. Dr. Xhevahir Bajrami – Anëtar

për vlerësimin e punimit Master me titull **"Zhvillimi, kontrollimi dhe monitorimi i operimit të mekanizmit dy aksial për përcjelljen e trajektores së diellit – sm44m3v15p me grup të moduleve fotovoltaike"** (*"Development, control and monitoring of the operation of the two-axis mechanism for tracking the trajectory of the sun - sm44m3v15p with a group of photovoltaic modules"*), të kandidatit BSc. Zgjim Guraziu.

Pas kontrollimit të punimit të lartpërmendur, Komisioni jep këtë:

R A P O R T

Punimi me titull **"Zhvillimi, kontrollimi dhe monitorimi i operimit të mekanizmit dy aksial për përcjelljen e trajektores së diellit – sm44m3v15p me grup të moduleve fotovoltaike"** (*"Development, control and monitoring of the operation of the two-axis mechanism for tracking the trajectory of the sun - sm44m3v15p with a group of photovoltaic"*

modules”), është hartuar në 7 kapituj dhe është ilustruar përmes 121 figurave dhe 9 tabelave dhe përmban gjithsejtë 112 faqe.

Në **kapitullin e parë** janë paraqitur hyrja, identifikimi dhe përshkrimi i problemit. Gjithashtu, paraqitet edhe qëllimi i këtij hulumtimi sëbashku me efikasitetin, sigurinë dhe qëllimin e mekanizmit dhe hulumtimit. Tregohen edhe hipotezat sidhe metodat dhe teknikat e hulumtimit.

Në **kapitullin e dytë** është paraqitur kinematika e mekanizmit diellor, ku tregohen ekuacionet e lëvizjes, përshkruhet konstanta diellore, derivimi i këndit të mekanizmit dhe i deklinimit, këndi i lartësisë, i orës, rënies, Azimuth si dhe këndi i incidencës. Gjithashtu, shtjellohet edhe tema e ngarkesës së borës mbi mekanizëm ku llogaritet edhe çifti rrotullues me borë.

Në **kapitullin e tretë** është përshkruar hap pas hapi arkitektura dhe ndërtimi i mekanizmit në miniaturë, i paraqitur si një prototip, duke filluar nga pjesët përbërëse harduerike. Tregohet modelimi 3D i prototipit në të cilin bëhen edhe analizat e fortësisë së mekanizmit siç është analiza e stresit, analiza e zhvendosjes dhe analiza e sforcimit. Ky kapitull përfshinë edhe shpjegimin e kodit të përdorur hap pas hapi.

Në **kapitullin e katërt** është përshkruar hap pas hapi arkitektura dhe ndërtimi i mekanizmit në përmasat reale. Kapitulli fillon me vështrimin e përgjithshëm të sistemit dhe vendndodhjen, duke vazhduar me shpjegimin e pjesëve përbërëse dhe mënyrën se si montohen e deri te integrimi i sistemit në përmasa reale.

Në **kapitullin e pestë** janë prezantuar rezultatet e pritshme të mekanizmit dhe përfundimi i punimit.

Në **kapitullin e gjashtë** është dhënë literatura dhe referencat të cilat janë përdorur në punim.

Në fund të punimit është dhënë **Biografia e Kandidatit, Literatura** e përdorura në punim, **Shtojcat me detyra dhe Deklarata Etike**.

P Ë R F U N D I M

Në bazë të shqyrtimit të punimit Master, Komisioni për vlerësim e punimit të masterit të kandidatit BSc. Zgjim Guraziu konsideron se punimi është hartuar në nivel të duhur, i shtjelluar përmes figurave, tabelave, diagrameve dhe vizatimeve.

Prandaj, Komisioni për vlerësimin e punimit Master, të kandidates MSc. Zgjim Guraziu, me titull **“Zhvillimi, kontrollimi dhe monitorimi i operimit të mekanizmit dy aksial për përcjelljen e trajektores së diellit – sm44m3v15p me grup të moduleve fotovoltaike”** (*“Development, control and monitoring of the operation of the two-axis mechanism for tracking the trajectory of the sun - sm44m3v15p with a group of photovoltaic modules”*), mendon se i plotëson kriteret për punim Master, prandaj propozon që të jepet në diskutim publik në ueb faqen e Fakultetit.

Prishtinë, 24.04.2023

Komisioni:

1. Prof. Dr. Agron Pajaziti, kryetar



2. Prof. Asoc. Dr. Shpetim Lajqi, mentor



3. Prof. Asoc. Dr. Xhevahir Bajrami, anëtar



UNIVERSITETI I PRISHTINËS
“HASAN PRISHTINA”
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE
DEPARTAMENTI: MEKATRONIKË



**ZHVILLIMI, KONTROLLIMI DHE MONITORIMI I OPERIMIT TË
MEKANIZMIT DY AKSIAL PËR PËRCJELLJEN E TRAJEKTORES SË
DIELLIT – SM44M3V15P ME GRUP TË MODULEVE FOTOVOLTAIKE**

PUNIM MASTERI

Mentori:

Prof. Asoc. Dr. Shpetim LAJQI

Kandidati:

BSc. Zgjim GURAZIU

Prishtinë, 2023

UNIVERSITY OF PRISHTINA
“HASAN PRISHTINA”
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTMENT: MECHATRONICS



**DEVELOPMENT, CONTROL AND MONITORING OF THE
OPERATION OF THE TWO-AXIS MECHANISM FOR TRACKING THE
TRAJECTORY OF THE SUN - SM44M3V15P WITH A GROUP OF
PHOTOVOLTAIC MODULES**

MASTER THESIS

Mentor:
Prof. Asoc. Dr. Shpetim LAJQI

Student:
BSc. Zgjim GURAZIU

Prishtinë, 2023

FALËNDERIMET

Dëshiroj ti falënderoj familjen time për përkrahjen e treguar si në aspektin moral ashtu edhe në atë financiar ndaj meje gjatë studimeve, si atyre të nivelit Bachelor poashtu edhe në studimet Master, një falënderim i veçantë shkon për mentorin tim në këtë punim Prof. Asoc. Dr. Shpetim Lajqi cili me përkrahjen e tij të vazhdueshme dhe me kurajon që më dha me ndihmoi që të arrij deri këtu. Falënderoj anëtarët e komisionit Prof. Dr. Agron Pajaziti dhe Prof. Asoc. Dr. Xhevahir Bajrami.

Falënderoj shoqërinë dhe kolegët e fakultetit të cilët më ofruan bashkëpunim gjatë studimeve.

PËRMBAJTJA

ABSTRAKTI	xi
1. HYRJE	1
1.1. Identifikimi dhe përshkrimi i problemit	2
1.2. Qëllimi i hulumtimit.....	3
1.3. Efikasiteti dhe siguri.....	4
1.4. Struktura e punimit.....	5
1.5. Pyetjet e hulumtimit dhe hipotezat.....	6
1.6. Hipotezat	6
1.7. Metodot dhe teknikat e hulumtimit	7
2. KINEMATIKA E MEKANIZMIT DIELLOR	33
2.1. Hyrje.....	33
2.2. Ekuacionet e lëvizjes	34
2.3. Konstanta diellore	39
2.4. Derivimi i këndeve të mekanizmit	40
2.4.1 Këndi i deklinimit (δ).....	41
2.4.2 Këndi i lartësisë (α).....	42
2.4.3 Këndi i orës (ξ).....	43
2.4.4 Këndi i rënies (β)	44
2.4.5 Këndi Azimuth (ρ)	44
2.4.6 Këndi i incidencës (θ)	45
2.5. Ngarkesa e borës mbi mekanizëm.....	45
2.5.1. Prapavija	46
2.5.2. Llogaritja e çiftit rrotullues me borë.....	46
3. ARKITEKTURA E MEKANIZMIT SI PROTOTIP	50
3.1. Në përgjithësi për prototipin	50
3.2. Procesi i punës së prototipit	50

3.3.	Pjesa harduerike	50
3.3.1.	Mikrokontrolleri (ATmega328P)	51
3.3.2.	Servo motori	52
3.3.2.1.	Principi i punës së servo motorrit	52
3.3.3.	Qarku i sensorëve	53
3.3.4.	LDR (Rezistorët me varësi nga drita).....	54
3.3.5.	Rezistorët	55
3.3.6.	Potenciometri.....	57
3.3.7.	Konfigurimi i sistemit dhe qarkut përfundimtar	57
3.4.	Modelimi 3D i mekanizmit	58
3.4.1.	Modelimi i sistemit së dhëmbëzorit cilindrik me dërrasën e dhëmbëzuar	59
3.4.2.	Modelimi i pjesëve të tjera përbërëse	63
3.5.	Analizimi i fortësisë së mekanizmit	65
3.6.	Printimi 3D i pjesëve.....	73
3.7.	Algoritmi dhe softueri	77
3.8.	Kodi.....	79
3.8.1	Testimi i sensorëve	79
3.9.	Konkluzion	82
4.	IMPLEMENTIMI I MEKANIZMIT NË PËRMASA REALE	63
4.1.	Vështrim i përgjithshëm i sistemit dhe vendndodhja	63
4.2.	Komponentet harduerike të mekanizmit dhe montimi i mekanizmit	64
4.3.	Integrimi i sistemit	79
4.4.	Algoritmet e kontrollit dhe kalibrimi i mekanizmit	83
4.4.1	Mënyra e konfigurimit të softuerit.....	84
4.5.	Mirëmbajtja	88
4.6.	Konkluzioni.....	90
5.	PËRFUNDIMI.....	96

LITERATURA	98
SHTOJC A:.....	100
SHTOJC B:	102
BIOGRAFIA E KANDIDATIT	106

LISTA E FIGURAVE

Figura 1.1 Llojet e instalimit të moduleve solare [1].....	2
Figura 2.1 Bazamenti dhe shtylla kryesore.....	35
Figura 2.2 Koordinatat e boshteve të rrotulluara në pjesën e poshtme të mekanizmit	35
Figura 2.3 Koordinatat e boshteve të rrotulluara	37
Figura 2.4 Koordinatat e boshteve të rrotulluara	38
Figura 2.5 Koordinatat e boshteve të rrotulluara rreth boshtit z [4]	39
Figura 2.6 Konstanta diellore [6].....	39
Figura 2.7 Këndet e mekanizmit [7]	40
Figura 2.8 Ndryshimi vjetor i deklinacionit diellor [9]	41
Figura 2.9 Këndi i deklinimit të diellit [10].....	42
Figura 2.10 Gjatësia dhe gjerësia gjeografike e mekanizmit.....	43
Figura 2.11 Këndi i lartësisë dhe këndi i azimutit të diellit nga vëzhguesi (O).....	44
Figura 2.12 Skema e borës që rrëshqet nga paneli rrotullues	47
Figura 3.1 Logjika e funksionimit të sistemit	51
Figura 3.2 ATMEGA 328P [16]	52
Figura 3.3 Servo Motori	53
Figura 3.4 Diagrami i lidhjeve të sensorëve	54
Figura 3.5 Simboli i LDR	54
Figura 3.6 Simboli i rezistencës.....	56
Figura 3.7 Dy lloje të rezistorëve.....	56
Figura 3.8 Simboli i potenciometrit.....	57
Figura 3.9 Qarku përfundimtar	58
Figura 3.10 Mekanizmi linear.....	60
Figura 3.11 Dimensionet e ingranazheve	60
Figura 3.12 Sistemet koordinative i ingranazheve.....	61
Figura 3.13 Cifti rrotullues në pinion dhe forca vepruse në mbajtës.....	62
Figura 3.14 Mekanizmat lëvizës linear	62
Figura 3.15 Shtylla kryesore për lëvizje horizontale	63
Figura 3.16 Shtylla kryesore për lëvizje vertikale	63
Figura 3.17 Mbajtësi i paneleve.....	64
Figura 3.18 Produkti përfundimtar	64
Figura 3.19 3D modeli i kompletuar i mekanizmit.....	65

Figura 3.20 Opsioni “New Study”	65
Figura 3.21 Emërtimi i studimit.....	66
Figura 3.22 Parametrat e kërkuara nga studimi	66
Figura 3.23 Vendosja e materialit të pjesëve.....	66
Figura 3.24 Zgjedhja e materialit “ABS”	67
Figura 3.25 Parametrat e materialit “ABS”	67
Figura 3.26 Përcaktimi i vendodhjes së kunjave	67
Figura 3.27 Përcaktimi i pjesëve fikse.....	68
Figura 3.28 Përcaktimi se ku do të veprojnë forcat	68
Figura 3.29 Krijimi i rrjetës	69
Figura 3.30 Rrjeta (Mesh) e krijuar	69
Figura 3.31 Opsioni për fillimin e simulimit	69
Figura 3.32 Krijimi i simulimit.....	69
Figura 3.33 Rezultatete nga simulimi	70
Figura 3.34 Rezultati i analizës së stresit.....	70
Figura 3.35 Paraqitja e deformimeve nga rezultati i analizës së stresit.....	71
Figura 3.36 Rezultati i analizës së zhvendosjes.....	71
Figura 3.37 Paraqitja e deformimeve nga rezultati i analizës së zhvendosjes.....	72
Figura 3.38 Rezultati i analizës së sforcimit.....	72
Figura 3.39 Paraqitja e deformimeve nga rezultati i analizës së sforcimit	73
Figura 3.40 Shtylla kryesore vertikale	74
Figura 3.41 Shtylla kryesore horizontale dhe ajo vertikale	74
Figura 3.42 Montimi i motorrit dhe mbajtësit të tij	75
Figura 3.43 Pamje e afërt e motorrit 1 me mekanizmin përkatës	75
Figura 3.44 Pamje e afërt e motorrit 2 me mekanizmin përkatës	76
Figura 3.45 Mekanizmi në miniaturë i kompletuar	76
Figura 3.46 LDR bashkë me rezistor	77
Figura 3.47 Logjika e algoritmit të mekanizmit si prototip.....	78
Figura 3.48 Vlerat e sensorit.....	80
Figura 4.1 Pamja e laboratorëve (Google Maps).....	63
Figura 4.2 Blloku i betonit.....	66
Figura 4.3 Shtylla kryesore vertikale	66
Figura 4.4 Montimi i pjesëve lidhëse.....	66
Figura 4.5 Montimi i shtyllës horizontale.....	67

Figura 4.6 Vendosja e kunjtit kryesor	67
Figura 4.7 Montimi i motorit A	68
Figura 4.8 Fiksimi i motorrit A.....	68
Figura 4.9 Montimi i konstruksionit	69
Figura 4.10 Fiksimi i konstruksionit.....	70
Figura 4.11 Konstruksioni	70
Figura 4.12 Vendi ku do të montohet konstruksioni	71
Figura 4.13 Montimi i unazave lidhëse	71
Figura 4.14 Montimi i kunjtit	71
Figura 4.15 Lidhja e profileve mes vete	71
Figura 4.16 Profilet e lidhura.....	72
Figura 4.17 Konstruksioni i montuar	72
Figura 4.18 Montimi i motorit B	72
Figura 4.19 Motori B i montuar.....	73
Figura 4.20 Konstruksioni me dy motorët e montuar	73
Figura 4.21 Konstruksioni	74
Figura 4.22 Lidhja e profilave mes vete	74
Figura 4.23 Profilat e lidhura mes vete.....	75
Figura 4.24 Pamje e afërt e mekanizmit	75
Figura 4.25 Vidha me kapësen e dhëmbëzuar	76
Figura 4.26 Montimi i paneleve solare	76
Figura 4.27 Fiksimi i paneleve solare.....	77
Figura 4.28 Panelet solare të montuara.....	77
Figura 4.29 Pamja anësore e mekanizmit të përfunduar.....	78
Figura 4.30 Pamja para dhe prapa e mekanizmit të përfunduar	78
Figura 4.31 Përcaktimi i këndit të drejtimit të mekanizmit [23]	79
Figura 4.32 Vendosja e betonit	80
Figura 4.33 Shtylla kryesore vertikale e montuar mbi bazën e betonit	81
Figura 4.34 Shtylla kryesore horizontale	81
Figura 4.35 Lidhja e profileve dhe ndërtimi i konstruksionit për mbajtjen e paneleve	81
Figura 4.36 Montimi i paneleve solare dhe mekanizmi i kompletuar	82
Figura 4.37 Mekanizmi final me borën e improvizuar	82
Figura 4.38 Dritarja kryesore e softuerit.....	83
Figura 4.39 Zgjedhja e portit të llaptopit	84

Figura 4.40 Butoni “Connect”	85
Figura 4.41 “COM19” tregon që sistemi është lidhur me laptop	85
Figura 4.42 Opsionet e gjurmimit automatik.....	85
Figura 4.43 Konfirmimi për ndaljen e gjurmimit automatik	85
Figura 4.44 Kalibrimi i motorave	86
Figura 4.45 Sinkronizimi i kohës.....	86
Figura 4.46 Opsioni “H/V Alignment”.....	86
Figura 4.47 Nivelizimi i mekanizmit [25]	87
Figura 4.48 Aktivizmi i gjurmimit automatik.....	87
Figura 4.49 Manovrimi manual i mekanizmit	87
Figura 4.50 Paneli ku shfaqen të dhënat e motorrit	88
Figura 4.51 Vendndodhja e mekanizmit [26]	90
Figura 4.52 Prodhimi mujor i energjisë nga sistemi PV me kënd fiks [28]	92
Figura 4.53 Rrezatimi mujor për kënd fiks [29]	92
Figura 4.54 Skica e horizontit [30]	93
Figura 4.55 Prodhimi mujor i energjisë nga sistemi përcjellës FV [32].....	94
Figura 4.56 Rrezatimi mujor në aeroplan për ndjekjen e sistemit PV [33]	94
Figura 4.57 Skica e horizontit [34]	94
Figura B.1 – Ilustrimi i detyrës.....	102

LISTA E TABELAVE

Tabela 1 Lista e variablave të përdorura	48
Tabela 2 Të dhënat mekanike	64
Tabela 3 Informata rreth mekanizmit	89
Tabela 4 Informata kozmetike rreth mekanizmit	89
Tabela 5 Certifikatat e mekanizmit	89
Tabela 6 Inputet e ofruara nga ana jonë	91
Tabela 7 Rezultatet e simulimit kur mekanizmi nuk është në lëvizje	91
Tabela 8 Rezultatet e simulimit kur mekanizmi është në lëvizje	93
Tabela 9 Krahasoni i rezultateve të simulimit	95

ABSTRAKTI

Kërkesat e mëdha për energji, rritja e çmimit, reduktimi i vazhdueshëm i burimeve ekzistuese të lëndëve djegëse fosile dhe shqetësimi në rritje në lidhje me ndotjen e mjedisit, e kanë shtyrë njerëzimin të eksplorojë teknologji të reja për prodhimin e energjisë elektrike duke përdorur burime të pastra - të rinovueshme, si energjia diellore, energjia e erës, etj.

Në rastin kur qelizat solare përdoren për shndërrimin e energjisë diellore në energji elektrike, efikasiteti maksimal është i mundur kur modulet solare (panelet fotovoltaike) mbahen pingul me rrezet e diellit. Kjo është e pamundur kur moduli solar qëndron në pozitë statike, pasi që dielli e ka një trajektore të veten të cilën e përcjell. Për përmirësimin e efikasitetit të gjenerimit të energjisë elektrike nga modulet fotovoltaike, janë zhvilluar dhe janë në proces të zhvillimit mekanizma special për përcjelljen e trajektores së lëvizjes së diellit. Këta mekanizma dukshëm kanë ndikuar në përmirësimin e prodhimit të energjisë nga modulet solare.

Ekzistojnë lloje të ndryshme të mekanizmave për përcjelljen e trajektores së lëvizjes së diellit, të cilët ndahen në bazë të formës së ndërtimit të mekanizmit. Sistemi i gjurmimit diellor paraqet një teknologji efektive për përmirësimin e eficiencës së moduleve solare duke gjurmuar dhe ndjekur lëvizjen e diellit. Me ndihmën e këtij sistemi, panelet solare përmirësojnë mënyrën e zbulimit të rrezeve të diellit në mënyrë që të mund të gjenerohet më shumë energji elektrike.

Në këtë punim të master-it do të trajtohet zhvillimi, monitorimi dhe operimi i mekanizmit një shtyllor dy aksial për përcjelljen e trajektores së diellit e llojit SM44M3V15P me grup të moduleve fotovoltaike që do të analizohet në mënyrë eksperimentale me një prototip dhe duke shfrytëzuar mekanizmin me panele solare të vendosura afër Labororit të Mekatronikës – LabMek1, Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike, Univeristeti i Prishtinës “HASAN PRISHTINA”.

Kontrollimi i punës së mekanizmit dy aksial për përcjelljen e trajektores së diellit bazohet në mikrokontrolluesin që përdor LDR (rezistenca e varur nga drita) sensorin për llogaritjen e intensitetit të dritës. Hulumtimet kanë treguar se mekanizmi dy aksial (me bosht të dyfishtë) është për 25% më efikas se mekanizmi (gjurmuesi) me vetëm një aks.

Ky sistem kompleks trajtohet në konceptin mekatronik, duke integruar strukturën mekanike të mekanizmit përcjellës diellor dhe sistemin elektronik të kontrollit në nivelin e prototipit në miniaturë.

Mekanizimi për përcjelljen e trajektores së diellit ka dy akse të cilat përdoren për të gjeneruar sa më shumë energji diellore. Sipas llojit të aksit të rrotullimit, pajisja me dy akse mund të ndahet në dy lloje:

1. Mekanizmi përcjellës me bosht polar
2. Mekanizmi përcjellës me lartësi - Azimuth.

1. HYRJE

Gjenerimi i energjisë elektrike përmes burimit diellor paraqet njërën prej mundësimeve të mëdha që kontribuon në zgjidhjen e problemeve të mëdha globale në fushën e energjetikës. Një nga përparësitë është se nuk ka ndikim negativ në mjedis dhe dielli është një burim i pashtershëm dhe pa kosto financiare.

Republika e Kosovës ka pozicioni të mirë gjeografik që krijon mundësi për gjenerimin e energjisë elektrike nga modulet solare. Rrezatimi diellor ($1200 \dots 1400 \text{ W/m}^2$) dhe numri i madh i ditëve me diell (~ 250 ditë me diell/vit) mundëson që kjo formë e gjenerimit të energjisë të jetë efikase e cila do të kontribuon në zbutjen e krizës energjetike në nivel vendi.

Modulet solare të lëvizshëm me një ose dy akse rrotulluese kanë potencial të lartë për kapjen e rrezeve të diellit gjatë gjithë vitit (rrezet e diellit bien normal në modulën solar) krahasuar me modulet solare statike (fikse) që rrezet e diellit i pranojnë në kënde të ndryshme që nuk janë normal me modulën solar dhe për pasojë kemi më pak energji të gjeneruar. Në figurën 1.1 janë paraqitur disa nga llojet e instalimit të këtyre moduleve solare, pra duke filluar nga mekanizmi statik, mekanizmi me një aks dhe mekanizmi me dy akse.

Sistemet automatike të përcjelljes së trajektores së diellit (duke përdorur sensorin e intensitetit të dritës) vazhdimisht e rrisin efikasitetin e një moduli PV, duke gjeneruar sa më shumë energji nga burimi i diellit.

Sistemet e gjurmimit diellor janë të llojeve të ndryshme dhe mund të klasifikohen sipas disa kritereve. Një klasifikim mund të bëhet në varësi të numrit të akseve të rrotullimit. Kështu që mund të dallojmë sistemet e gjurmimit diellor me një aks të rrotullimit dhe dy akse të

rrotullimi. Meqenëse gjurmimi diellor nënkupton pjesë lëvizëse dhe sisteme kontrolli komplekse që prirën të jenë të shtrenjta, sistemet e gjurmimit me një aks duket se janë zgjidhja më e mirë për centralet e vogla fotovoltaike.



Figura 1.1 Llojet e instalimit të moduleve solare [1]

Gjurmuesit me një aks zakonisht kanë një rregullim manual të ngritjes, i cili rregullohet në intervale të caktuara gjatë sezoneve të vitit. Një sistem gjurmimi diellor me një aks përdor një instalim të pjerrët të modulit solar dhe një motor elektrik për lëvizjen e pozicionit të modulit në një trajektore të përafërt në lidhje me pozicionin e diellit.

1.1. Identifikimi dhe përshkrimi i problemit

Një nga shtyllat e shoqërisë sonë moderne është energjia. Një nga temat dhe vështirësitë më të nxehta politike të kohës sonë është të sigurohemi që ne të i ofrojmë shoqërisë sasinë e energjisë që kërkohet në jetën tonë të përditshme, duke siguruar gjithashtu që kjo energji të prodhohet pa dëmtuar planetin tonë. Një nga zgjidhjet e problemit është energjia elektrike diellore. Kërkesa për sisteme efikase të energjisë së rinovueshme po zgjerohet me shpejtësi; tregu i gjurmuesve diellorë, për shembull, po zhvillohet me një normë prej 40% çdo vit.

Energjia e diellit mund të përdoret për të prodhuar energji elektrike në mënyra të ndryshme. Panelet fotovoltaike (PV), të cilat përdorin qeliza diellore silikoni për të kthyer dritën e diellit në energji elektrike, janë më të zakonshmet. Prodhimi maksimizohet duke i mbajtur panelet PV pingul me rrezet e diellit. Gjurmuesit diellorë janë sistemet që përdoren për këtë lëvizje. Gjurmuesit diellorë janë gjithashtu të nevojshëm për funksionimin e sistemeve të përqendrimit të energjisë diellore.

Përpjekja për zhvillimin e produktit rezultoi në një ide të gjurmuesit me dy boshte që përfshin dy aktivizues linearë. Dizajni përdori aktivizues linearë për të siguruar lëvizjen e

azimutit dhe lartësisë në një metodë të re që u konsiderua mjaft intriguese për të hetuar më tej. Faza tjetër në zhvillimin e konceptit të ri është të demonstrojë se diapazoni i lëvizjes së pretenduar është i arritshëm dhe se koncepti do të rezultojë në një produkt të tregtueshëm. Kjo përfshin një dizajn të gjerë koncepti, simulime dhe vëzhgim të ngushtë të evolucionit të tregut.

1.2. Qëllimi i hulumtimit

Qëllimi i këtij punimi të masterit është të tregohet procesi i ndërtimit të një mekanizmi i përçjelljen e trajektores së lëvizjes së diellit, me c'rast të bëhet edhe shfrytëzimi sa më i madh i rrezeve të diellit të cilat më pas do të shndërrohen në energji elektrike nga modulet solare. Gjithashtu në punim do të trajtohet projektimi dhe ekzekutimi i një sistemi përçjellës diellor të dedikuar për panelet solar.

Pajisja (mekanizmi) e propozuar siguron optimalizimin e shndërrimit të energjisë diellore të fituar nga modulet solare në energji elektrike duke e orientuar pozicionin e panelit solar në përputhje me pozicionin real të diellit.

Funksionimi i modelit eksperimental të mekanizmit bazohet në motor të kontrolluar në mënyrë inteligjente nga një njësi e dedikuar lëvizëse që lëviz panelet solar sipas sinjaleve të marra nga sensori i thjeshtë por që është efikas në dritë. Përformanca dhe karakteristikat e gjurmuesit diellor do të analizohen në mënyrë eksperimentale. Kosova si vend me shumë ditë diellore, paraqet mundësi ideale për instalimin e panele solare.

Sipas statistikave, në vitin 2020, miksi energjetik në Kosovë mbetet i mbizotëruar kryesisht nga thëngjilli, ku përafërsisht 97% e miksit total energjetik në vend gjenerohet në termocentralet me thëngjill. Ky fakt i rrallë e bën Kosovën një nga vendet me pjesën më të madhe të gjenerimit me djegie të thëngjillit në miksin e saj energjetik në mbarë botën. Përveç gjenerimit me djegie të thëngjillit, vendi ka pak energji hidrike, një park të vogël të energjisë së erës dhe vlerësohet të ketë 6 MW kapacitete të instaluar të teknologjisë solare.

Një veçori tjetër e rëndësishme e miksit energjetik është se sektori i banimit (d.m.th. ekonomitë familjare) përfaqësojnë një pjesë të konsiderueshme të konsumit të përgjithshëm të energjisë elektrike në vend, me afërsisht prej 42%. Në figurën 1.2 janë paraqitur me përqindje se sa është konsumi i energjisë për llojet e ndryshme të konsumatorëve.

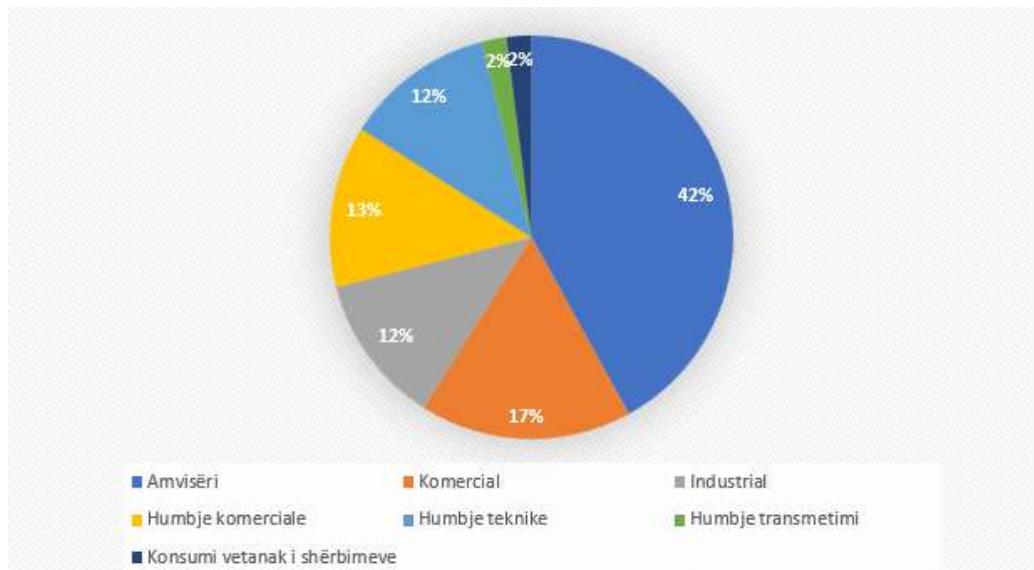


Figura 1.2: Konsumi i energjisë për llojet e ndryshme të konsumatorëve

Kërkesa për energji ndryshon në mënyrë të konsiderueshme dhe atë në baza sezonale, me kulmin e kërkesës në muajt e dimrit (tetor deri në muajin mars), dhe me rënie në periudhën midis muajit prillit dhe gushtit. Pjesërisht si rezultat, Kosova është në gjendje të mbulojë plotësisht kërkesën për energji gjatë muajve të verës, ndërsa pjesërisht kthehet nga importet për të mbuluar kërkesën kombëtare gjatë muajve të dimrit. Në 2018, 14.55% e kërkesës për energji u mbulua me importe kryesisht nga vendet fqinje, përfshirë Serbinë, Malin e Zi, Shqipërinë dhe Maqedoninë. [2]

1.3. Efikasiteti dhe siguri

Sektori i energjisë dhe rrjeti kombëtar në Kosovë varet shumë nga dy termocentralet me qymyr linjit, Kosova A dhe Kosova B, të cilat aktualisht prodhojnë 91% të energjisë elektrike të Kosovës me një kapacitet të instaluar prej 1,288 MW. Kosova A (40 vjeç) është njëri ndër ndotësit më të mëdhenjë në Evropë dhe është propozuar të mbyllet nga qeveria (Banka Botërore 2018a). Ofruesi i dytë më i madh i energjisë në Kosovë vjen nga hidrocentralet më të vogla. Problemet me banorët lokalë janë ngritur për shkak të vendosjeve dhe efekteve të tyre në furnizimin me ujë dhe florën (Lajqi et al. 2020). Protestat dhe demonstratat kundër ndërtimit të një hidrocentrali në Brezovicë u ndezën kur banorët vendas thanë se termocentrali do të thante shtratin e lumit dhe do të ndikonte në jetesën e tyre (Bytyci, 2019).

Për t'i shtuar problemeve aktuale sociale, Kosova është gjithashtu një nga vendet më të varfra në Evropë ku një e treta e popullsisë jeton nën kufirin e varfërisë (SIDA, 2017). Të gjitha këto janë arsye të mjaftueshme që të mundohemi të gjejmë një zgjedhje më efektive për furnizim

me energji elektrike. Kjo arrihet me ndihmën e paneleve solare, sidomos nëse panelet solare janë të montuara në mekanizma të cilët bëjnë përcjelljen e trajektores së lëvizjes së Diellit.

Efikasiteti i një sistemi diellor me dy aks, në kushte ideale pritet të jetë rreth 20 ... 35% më e lartë se sistemet diellore PV statike. Me ndryshimet e këndit të rrezeve të diellit për shkak të rrotullimit të tokës dhe mbulesës së reve, fuqia mesatare elektrike e arritshme gjatë një viti do të ishte rreth 20% e fuqisë maksimale të saj.

Pavarësisht nga fakti se qelizat diellore mund të zgjasin 20 deri në 25 vjet, fuqia e prodhimit raportohet të bjerë me afërsisht 0.5% në vit, edhe me mirëmbajtje periodike. Një nga avantazhet më të mëdha të shndërrimit të energjisë diellore në energji elektrike nëpërmjet moduleve fotovoltaike është autonomia e çdo moduli diellor.

Shumica e moduleve solare janë të lidhura paralel në mes veti në mënyrë që në rast të një paneli me defekt, të mos ndikojë në panelet e tjera dhe mund të zëvendësohet lehtë pa pasur ndikimin në të gjithë sistemin e lidhur. Pavarësisht përfitimeve afatgjata të energjisë diellore, problemet më të mëdha mbeten gjenerimi i ulët i energjisë dhe aftësia e ruajtjes së energjisë. Megjithatë, energjia e ripërtëritshme në Kosovë është ende në një përqindje të ulët prej 9% sa i përket kapacitetit të instaluar të energjisë, e cila dominohet nga hidrocentralet, dhe depërtimi i saj në të ardhmen po pengohet nga mungesa e investimeve dhe korniza rregullative e pazhvilluar (Govori, 2019).

Një kalim në energjinë e rinovueshme, veçanërisht energjinë diellore, mund të ketë ndikime sociale dhe ekonomike nëse zbatohet pasi energjia diellore nuk është ndotëse ose e dëmshme për sistemet ekologjike gjatë funksionimit dhe ka përfitime ekonomike për të qenë një alternativë e lirë energjie me aplikime të mëdha dhe të vogla. [3]

1.4. Struktura e punimit

Punimi përbëhet nga nëntë kapituj. Pjesa e parë e punimit fillon me falënderimin, listën e figurave, tabelave, shkurtesave dhe simboleve të cilat janë përdorur në punim.

- Në kapitullin e parë janë paraqitur hyrja, identifikimi dhe përshkrimi i problemit. Gjithashtu, paraqitet edhe efikasiteti, siguria dhe qëllimi i mekanizmit dhe hulumtimit.
- Në kapitullin e dytë është paraqitur kinematika e mekanizmit diellor.
- Në kapitullin e tretë është përshkruar hap pas hapi arkitektura dhe ndërtimi i mekanizmit në miniaturë, i paraqitur si një prototip.

- Në kapitullin e katërt është përshkruar hap pas hapi arkitektura dhe ndërtimi i mekanizmit në përmasat reale.
- Në kapitullin e pestë janë prezantuar rezultatet e pritshme të mekanizmit dhe përfundimi i punimit
- Në kapitullin e gjashtë është treguar biografia e kandidatit.
- Në kapitullin e shtatë dhe të fundit është dhënë literatura dhe referencat të cilat janë përdorur në punim.

1.5. Pyetjet e hulumtimit dhe hipotezat

Funksioni kryesor i të gjitha sistemeve të gjurmimit është të ketë një ose dy shkallë lirie gjatë lëvizjes. Kjo lëvizje ka për qëllim ta mbaj sistemin e orientuar drejt rrezeve të Diellit dhe ta përcjell lëvizjen e tij.

Ekziston një shumëllojshmëri e gjerë zgjidhjesh se si të përmbushim këto kërkesa funksionale. Teknologjitë e ndryshme të energjisë diellore kërkojnë zgjidhje të ndryshme me saktësi të ndryshme dhe është e vështirë të përcaktohet një rregull i përgjithshëm se çfarë lloj sistemi gjurmues funksionon më mirë. Për këtë parashtrohen disa pyetje të cilat përfshijnë procesin e hulumtimit dhe hipotezat.

Në këtë punim do tu jepet përgjigje pyetjeve kërkimore-hulumtuese si:

- Cka janë përcjellësit apo gjurmuesit e lëvizjes së Diellit?
- Për cka përdoren mekanizmat për përcjelljen e trajektores së lëvizjes së Diellit?
- Sa është efikas mekanizmi për përcjelljen e trajektores së lëvizjes së Diellit?
- Cili është dallimi në mes përcjellësve me një bosht dhe me dy boshte?
- Cilat janë benefitet e këtyre mekanizmave?
- Si funksionojnë këta mekanizma?
- Si të ndërtojmë një mekanizëm të tillë?

1.6. Hipotezat

Hipotezat mbi të cilat do të bazohet hulumtimi i punimit në fjalë janë:

- Ku është dallimi mes mekanizmave statik dhe atyre lëvizës?
- A mund të shfrytëzohen 100% e rrezeve të Diellit?
- Sa ja vlen të paisemi me mekanizëm të tillë?
- A mund ta ndërtojmë vet atë mekanizëm?

1.7. Metodatat dhe teknikat e hulumtimit

Janë aplikuar disa metoda dhe teknika të hulumtimit për këtë temë, të cilat janë si në vijim:

1. Është shqyrtuar literatura e përmendura.
2. Është dizajnuar një 3D model me softverin Solidworks.
3. Është ndërtuar një prototipit nga hapi i parë deri te i fundit.
4. Është ndërtuar mekanizëm me përmasa madhore.
5. Janë paraqitur skemat e lidhjeve të paisjeve elektronike si dhe është paraqitet kodi.
6. Janë përshkruhen teknologjitë e funksionimit të këtij mekanizmi.
7. Janë përdor njohuritë e fituara gjatë studimeve në nivelin Bachelor dhe Master.

2. KINEMATIKA E MEKANIZMIT DIELLOR

2.1. Hyrje

Ekuacionet kinematike të një mekanizmi të gjurmimit diellor me dy boshte përshkruajnë se si mekanizmi lëviz ndërsa gjurmon rrugën e diellit nëpër qiell. Këto ekuacione mund të përdoren për të parashikuar pozicionin dhe orientimin e mekanizmit në çdo kohë të caktuar, bazuar në hyrjen e pozicionit të diellit dhe karakteristikat e vetë mekanizmit.

Ka disa mënyra të ndryshme për të nxjerrë ekuacionet kinematike për një mekanizëm gjurmues diellor me bosht të dyfishtë. Një qasje është përdorimi i ligjeve të lëvizjes, të kombinuara me parimet e momentit këndor dhe çift rrotullues. Një qasje tjetër është përdorimi i parimeve të kinematikës rrotulluese, të cilat përshkruajnë se si një objekt rrotullohet rreth një boshti fiks.

Këtu janë paraqitur disa ekuacione kinematike bazë që mund të përdoren për të përshkruar lëvizjen e një mekanizmi gjurmues diellor me bosht të dyfishtë:

Pozicioni i mekanizmit në çdo kohë të caktuar mund të përshkruhet nga ekuacioni:

$$\text{Pozicioni} = \text{Pozicioni fillestar} + \text{Shpejtësia} \times \text{Koha} \quad (2.1)$$

Shpejtësia e mekanizmit në çdo kohë të caktuar mund të përshkruhet nga ekuacioni:

$$\text{Shpejtësia} = \text{Shpejtësia fillestare} + \text{Nxitimi} \times \text{Koha} \quad (2.2)$$

Nxitimi i mekanizmit në çdo kohë të caktuar mund të përshkruhet nga ekuacioni:

$$\text{Nxitimi} = \text{Ndryshimi i shpejtësisë} / \text{Kohës} \quad (2.3)$$

Pozicioni këndor i mekanizmit në çdo kohë të caktuar mund të përshkruhet nga ekuacioni:

$$\text{Pozicioni këndor} = \text{Pozicioni këndor fillestar} + \text{Shpejtësia këndore} \times \text{Koha} \quad (2.4)$$

Shpejtësia këndore e mekanizmit në çdo kohë të caktuar mund të përshkruhet nga ekuacioni:

$$\text{Shpejtësia këndore} = \text{Shpejtësia këndore fillestare} + \text{Nxitimi këndor} \times \text{Koha} \quad (2.5)$$

Nxitimi këndor i mekanizmit në çdo kohë të caktuar mund të përshkruhet nga ekuacioni:

$$\text{Nxitimi këndor} = \text{Ndryshimi në shpejtësinë këndore} / \text{Koha} \quad (2.6)$$

Këto ekuacione mund të përdoren për të parashikuar lëvizjen e mekanizmit ndërsa ai ndjek diellin dhe për të dizajnuar mekanizmin në atë mënyrë që të mund të gjurmojë me saktësi pozicionin e diellit në qiell.

2.2. Ekuacionet e lëvizjes

Ekuacionet e lëvizjes për kinematikën e një mekanizmi të panelit diellor me bosht të dyfishtë do të varen nga dizajni dhe konfigurimi specifik i sistemit. Disa parime të përgjithshme që mund të përfshihen në ekuacionet e lëvizjes për një mekanizëm panel diellor me bosht të dyfishtë përfshijnë:

- **Ligjet e lëvizjes së Njutonit:** Këto ligje përshkruajnë marrëdhëniet midis forcave, masës dhe nxitimit, dhe mund të përdoren për të modeluar lëvizjen e paneleve diellore në përgjigje të forcave që veprojnë mbi to, të tilla si forca e gravitetit dhe çift rrotullimi i aplikuar nga mekanizmi i gjurmimit.
- **Kinematika këndore:** Lëvizja e paneleve diellore rreth pikave të tyre të rrotullimit mund të përshkruhet duke përdorur koncepte nga kinematika këndore, të tilla si zhvendosja këndore, shpejtësia këndore dhe nxitimi këndor.
- **Mekanika e lidhjes:** Panelet diellore mund të lidhen me mekanizmin gjurmues nëpërmjet një sërë lidhjesh dhe nyjesh, të cilat mund të modelohen duke përdorur parimet e mekanikës së lidhjes, siç janë kufizimet kinematike dhe shkallët e lirisë së sistemit.

Në figurën 2.1 është paraqitur bazamenti dhe shtylla kryesore e mekanizmit për të cilin bëhet fjalë në këtë punim masteri. Gjithashtu, janë treguar disa nga pikat kryesore të shtyllës.

Dy sisteme të veçanta të koordinatave vendosen aty ku krahët fillojnë me boshtin z të drejtuar në drejtim të shtyllës. dmth. ka një konvertim L_{R1} dhe L_{L1} përgjatë drejtimit boshtor të shtyllës.

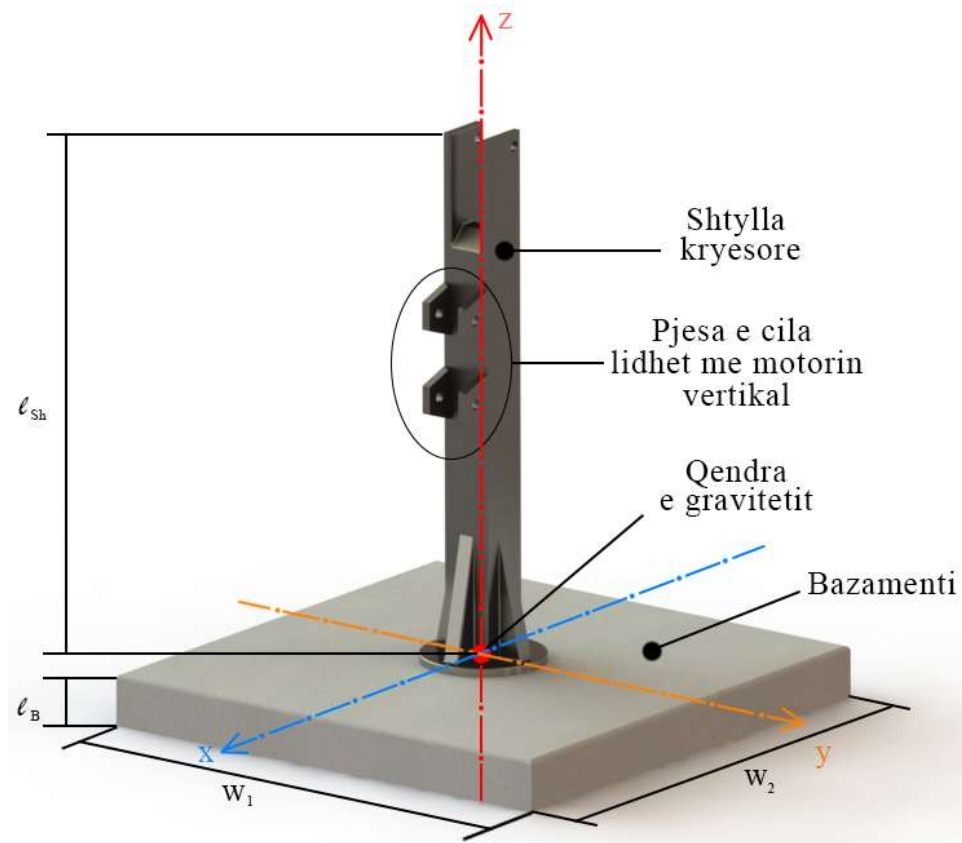


Figura 2.1 Bazamenti dhe shtylla kryesore

$$T_{L1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & LL1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

$$T_{R1} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & LR1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Krahët rrotullohen rreth boshtit Z sipas mënyrës së paraqitur në figurën 2.2:

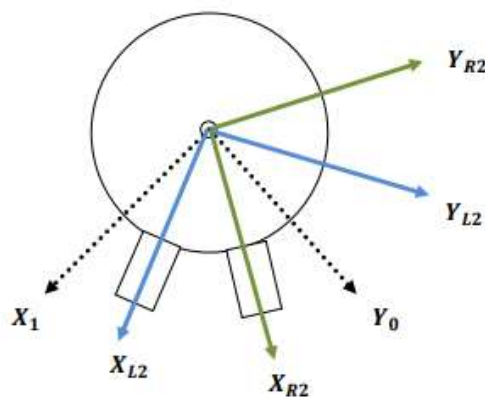


Figura 2.2 Koordinatat e boshteve të rrotulluara në pjesën e poshtme të mekanizmit

$$R_{ZL1} = \begin{bmatrix} \cos\alpha_{L1} & -\sin\alpha_{L1} & 0 & 0 \\ \sin\alpha_{L1} & \cos\alpha_{L1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

$$R_{ZR1} = \begin{bmatrix} \cos\alpha_{R1} & -\sin\alpha_{R1} & 0 & 0 \\ \sin\alpha_{R1} & \cos\alpha_{R1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Matrica e parë përcakton drejtimin e krahut dhe e dyta përcakton konvertimin L_{R1} dhe L_{L1} .

$$R_{LY2} = \begin{bmatrix} \cos\beta_{L2} & 0 & \sin\beta_{L2} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\beta_{L2} & 0 & \cos\beta_{L2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.11)$$

$$T_{L2} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L_{L2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

Esenca e këtyre matricave është e njëjtë si në matricat paraprake vetëm që bëhet për kahjen tjetër.

$$R_{RY2} = \begin{bmatrix} \cos\beta_{R2} & 0 & \sin\beta_{R2} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\beta_{R2} & 0 & \cos\beta_{R2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

$$T_{R2} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L_{R2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.14)$$

Sistemi i koordinatave rrotullohet rreth boshtit Z, siç përshkruhet nga matrica dhe ashtu sic është paraqitur në figurën 2.3.

$$R_{ZL3} = \begin{bmatrix} \cos\alpha_{L3} & -\sin\alpha_{L3} & 0 & 0 \\ \sin\alpha_{L3} & \cos\alpha_{L3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.15)$$

$$R_{ZR3} = \begin{bmatrix} \cos\alpha_{R3} & -\sin\alpha_{R3} & 0 & 0 \\ \sin\alpha_{R3} & \cos\alpha_{R3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.16)$$

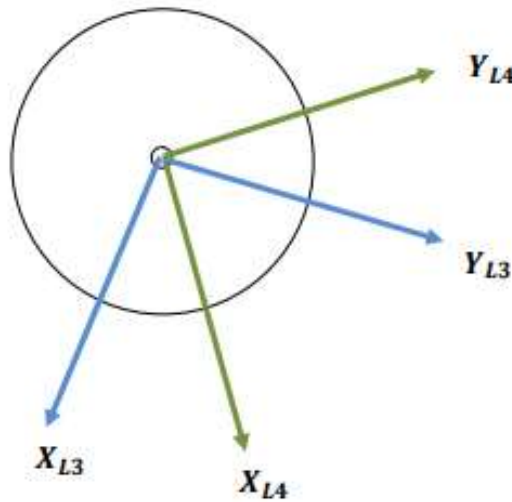


Figura 2.3 Koordinatat e boshteve të rrotulluara

Motorri linear mund të rrotullohet rreth boshtit Y, siç përshkruhet nga matrica.

$$R_{LY4} = \begin{bmatrix} \cos\beta_{L4} & 0 & \sin\beta_{L4} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\beta_{L4} & 0 & \cos\beta_{L4} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

$$R_{RY4} = \begin{bmatrix} \cos\beta_{R4} & 0 & \sin\beta_{R4} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\beta_{R4} & 0 & \cos\beta_{R4} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.18)$$

Sistemi i koordinatave vendoset në krye të aktuatorëve dhe për këtë arsye ka një “lëvizje” fikse dhe një që përshkruhet nga goditje e aktuatorëve.

$$T_{L2} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L_{L2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

$$T_{R2} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L_{R2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

Sistemi i koordinatave mund të rrotullohet rreth boshtit Z, siç përshkruhet nga matrica dhe ashtu sic është paraqitur në figurën 2.4.

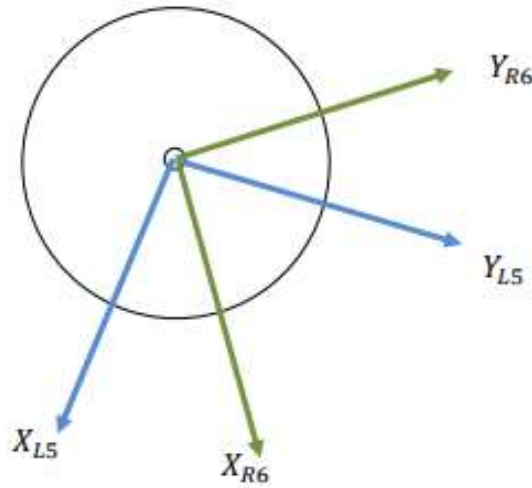


Figura 2.4 Koordinatat e boshteve të rrotulluara

$$R_{ZL5} = \begin{bmatrix} \cos\alpha_{L4} & -\sin\alpha_{L4} & 0 & 0 \\ \sin\alpha_{L4} & \cos\alpha_{L4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.21)$$

$$R_{ZR5} = \begin{bmatrix} \cos\alpha_{R5} & -\sin\alpha_{R5} & 0 & 0 \\ \sin\alpha_{R5} & \cos\alpha_{R5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.22)$$

Komponenti i mesëm i nyjeve mund të rrotullohet rreth boshtit y:

$$R_{RY6} = \begin{bmatrix} \cos\beta_{R5} & 0 & \sin\beta_{R5} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\beta_{R5} & 0 & \cos\beta_{R5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.23)$$

$$R_{LY6} = \begin{bmatrix} \cos\beta_{L2} & 0 & \sin\beta_{R5} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin\beta_{L2} & 0 & \cos\beta_{L5} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.24)$$

Dhe së fundi përsëri rreth boshtit z dhe ashtu sic është paraqitur në figurën 2.5.

$$R_{ZL7} = \begin{bmatrix} \cos\alpha_{L4} & -\sin\alpha_{L4} & 0 & 0 \\ \sin\alpha_{L4} & \cos\alpha_{L4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.25)$$

$$R_{ZR7} = \begin{bmatrix} \cos\alpha_{R4} & -\sin\alpha_{L4} & 0 & 0 \\ \sin\alpha_{L4} & \cos\alpha_{L4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.26)$$

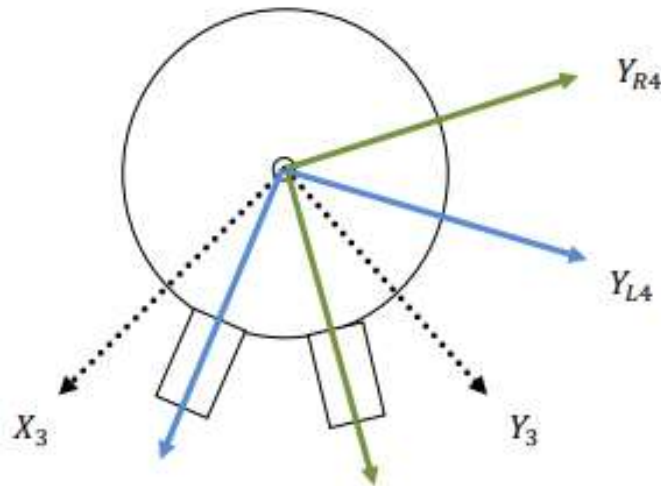


Figura 2.5 Koordinatat e boshteve të rrotulluara rreth boshtit z [4]

2.3. Konstanta diellore

Figura në vijim (2.6) tregon në mënyrë skematike gjeometrinë e marrëdhënies diell-tokë. Ekscentriciteti i orbitës së tokës është i tillë që distanca midis diellit dhe tokës ndryshon me 1.7%. Në një distancë prej një njësie astronomike, $1,495 \times 10^{11} \text{m}$, distanca mesatare tokë-diell, dielli nënshtron një kënd prej $32'$. Rrezatimi i emetuar nga dielli dhe marrëdhënia e tij hapësinore me atmosferën e tokës. Konstanta diellore G_{sc} është energjia nga dielli për njësi të kohës që merret në një sipërfaqe njësi të sipërfaqes pingul me drejtimin e përhapjes së rrezatimit në distancën mesatare tokë-diell jashtë atmosferës. [5]

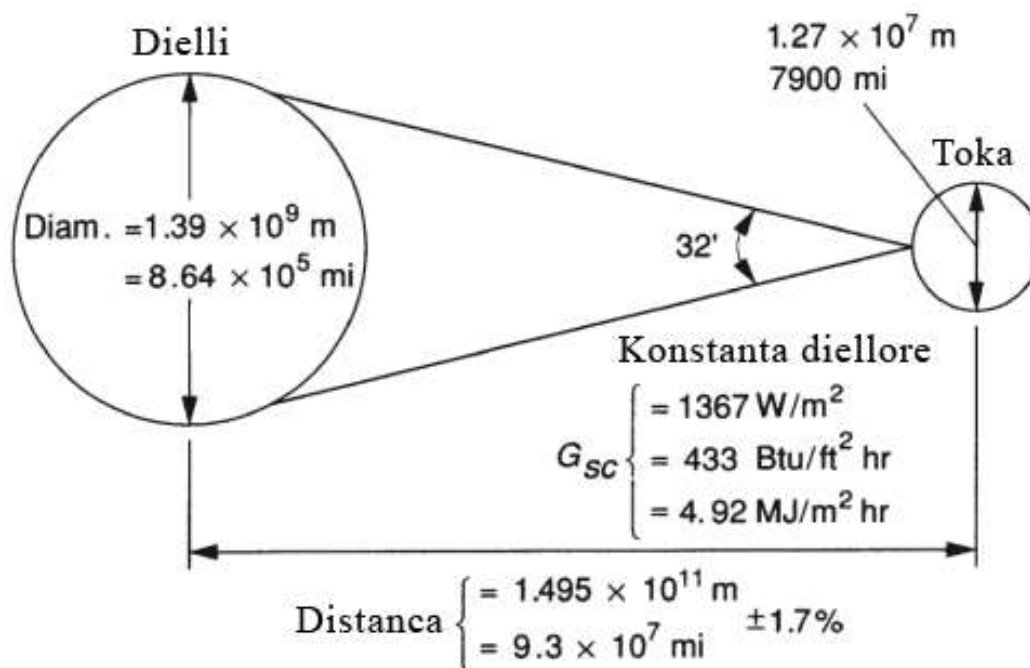


Figura 2.6 Konstanta diellore [6]

2.4. Derivimi i këndeve të mekanizmit

Ky nënkapitull i referohet procesit të llogaritjes së këndeve të ndryshme në një mekanizëm. Këndet e mekanizmit, ashtu sic edhe janë paraqitur në figurën 2.7, janë të rëndësishëm në analizën dhe projektimin e mekanizmave, pasi ato përcaktojnë lëvizjen dhe sjelljen e mekanizmit.

Pozicioni i diellit në qiell mund të llogaritet duke përdorur azimutin dhe këndet e lartësisë, të cilat përshkruajnë drejtimin dhe lartësinë e diellit në raport me horizontin. Këndi i azimutit është këndi midis veriut të vërtetë dhe drejtimit të diellit në qiell, i matur në drejtim të akrepave të orës nga veriu i vërtetë. Këndi i lartësisë është këndi midis horizontit dhe drejtimit të diellit në qiell, i matur lart nga horizonti.

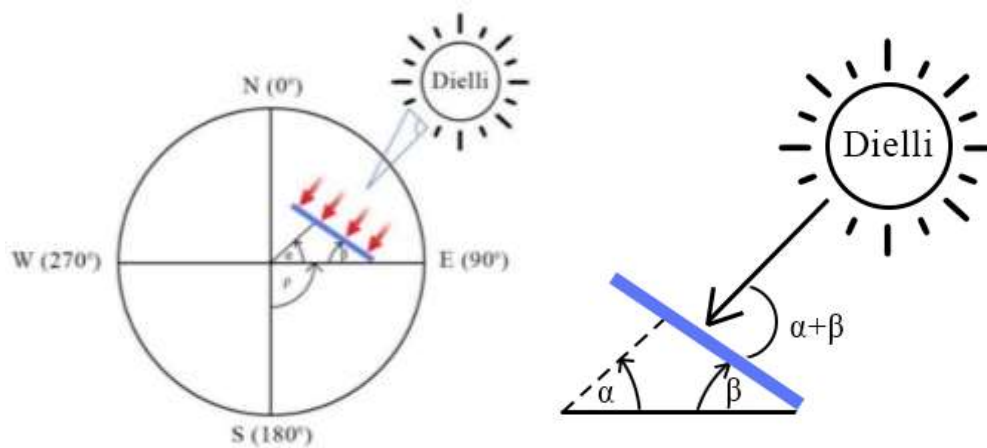


Figura 2.7 Këndet e mekanizmit [7]

Ku:

ρ = këndi Azimuth

α = këndi i lartësisë

β = këndi i rënies

Për të llogaritur pozicionin e diellit në qiell në një kohë dhe vend të caktuar, na duhet të dijmë datën, kohën dhe vendndodhjen (gjerësinë dhe gjatësinë) e mekanizmit. Këto janë ekuacionet bazë që mund të përdoren për të llogaritur lartësinë diellore dhe këndet e azimutit:

- Këndi i lartësisë diellore (α):

$$\alpha = \arcsin[\sin(\text{gjerësia}) \times \sin(\text{deklinimi}) + \cos(\text{gjerësia}) \times \cos(\text{deklinimi}) \times \cos(\text{këndi i orës})] \quad (2.27)$$

- Këndi i azimutit diellor (azimut):

$$\text{azimut} = \arctan[(\sin(\text{këndi i orës}) \times \cos(\text{deklinimi})) /$$

$$(\cos(\text{gjerësia gjeografike}) \times \sin(\text{deklinimi}) - \sin(\text{gjerësia}) \times \cos(\text{deklinimi}) \times \cos(\text{këndi i orës}))]$$
(2.28)

Ku:

- Latitude: Gjerësia e mekanizmit.
- Deklinacion: Pjerrësia e diellit.
- Këndi i orës: Këndi i orës së diellit.

Këndi i deklinimit diellor është këndi midis ekuatorit qiellor dhe rrezeve të diellit. Është një madhësi e matur e pozicionit të diellit dhe ndryshon gjatë gjithë vitit për shkak të animit të boshtit të tokës.

Duke e llogaritur këndin e deklinimit, këndin e lartësisë dhe këndin e rënies do të informohemi për rrethanat ideale sa i përket grumbullimit maksimal të energjisë.[8]

2.4.1 Këndi i deklinimit (δ)

Në Kosovë, këndi i deklinimit diellor varion nga afërsisht -23.5 gradë në dhjetor deri në 23.5 gradë në qershor, kurse gjatë stinëve të pranverës dhe vjeshtës, këndi i deklinimit është zakonisht zero. Këndi i deklinimit diellor është negativ kur dielli është në jug të ekuatorit qiellor dhe pozitiv kur është në veri të ekuatorit qiellor.

Mënyra e ndryshimit të deklinacionit diellor është paraqitur në figurën 2.8 bashkë me informatat përcjellëse. Kurse, në figurën 2.9 tregohet ndryshimi i lakores së këndit të deklinimit varësisht nga numri i ditës.

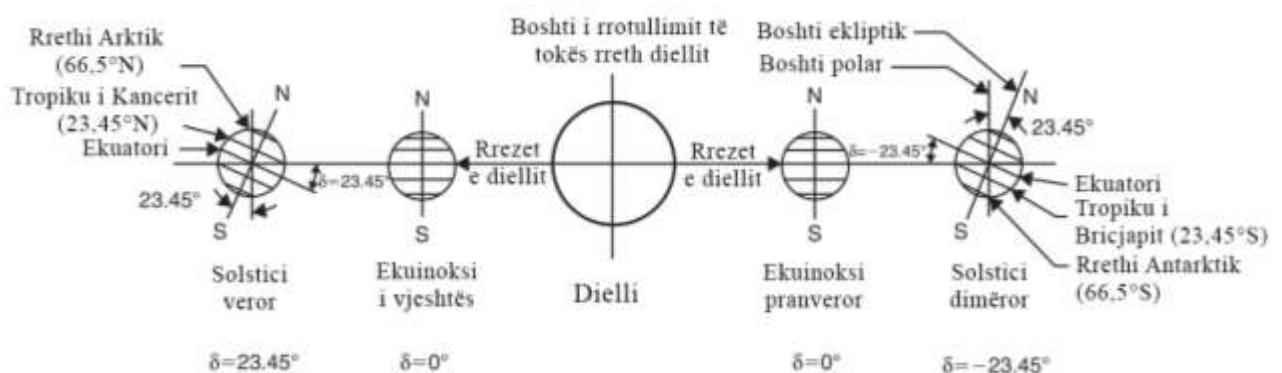


Figura 2.8 Ndryshimi vjetor i deklinacionit diellor [9]

Këndi i deklinimit mund të jepet nga një sinusoidal i thjeshtë:

$$\delta = 23.45 \sin(0.9863 \times (284+n)) - \text{gjatë verës} \quad (2.29)$$

$$\delta = -23.45 \sin(0.9863 \times (284+n)) - \text{gjatë dimrit} \quad (2.30)$$

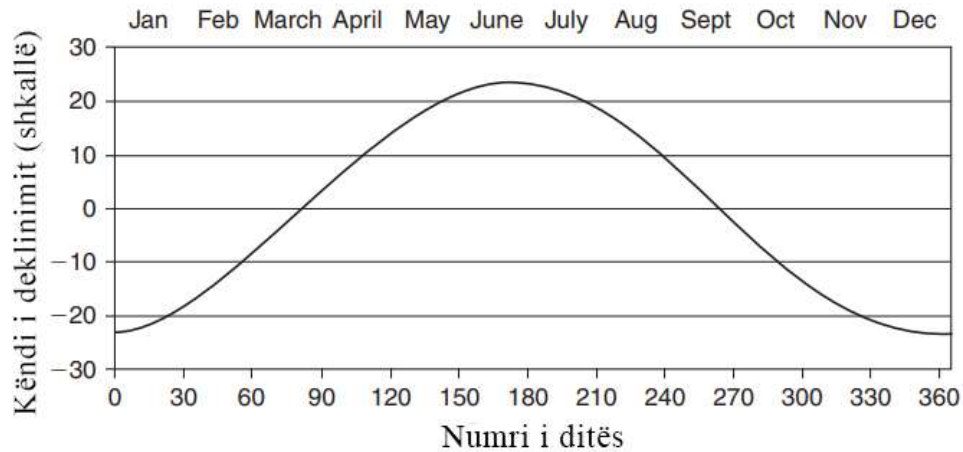


Figura 2.9 Këndi i deklinimit të diellit [10]

Duke pasur parasysh formulat e përmendura më parë:

Në kohë të dimrit këndi i deklinimit është:

$$\delta = -23.45^\circ \times \sin(360/365 \times (284+n))$$

n – paraqet numrin e ditës së vitit, pra 1 = 01 Janar, 365 = 31 Dhjetor.

Pra, në rastin tonë këndi i deklinimit do të jetë:

$$\begin{aligned} \delta &= -23.45^\circ \times \sin(360/365 \times (284+28)) \\ &= -23.45^\circ \times \sin(6.524590163934426 \times 312) \\ &= -23.45^\circ \times 0.42261826174069944 \\ \delta &= \underline{-10.0723382832^\circ} \end{aligned}$$

2.4.2 Këndi i lartësisë (α)

Duke ditur këndin e deklinimit, mund të gjendet lehtësisht këndi i lartësisë (α) i cili mund të llogaritet nga kjo formulë:

$$\alpha = 90^\circ - L + \delta \quad (2.31)$$

L - paraqet gjerësinë gjeografike. Rastin jonë është paraqitur në figurën 2.10:

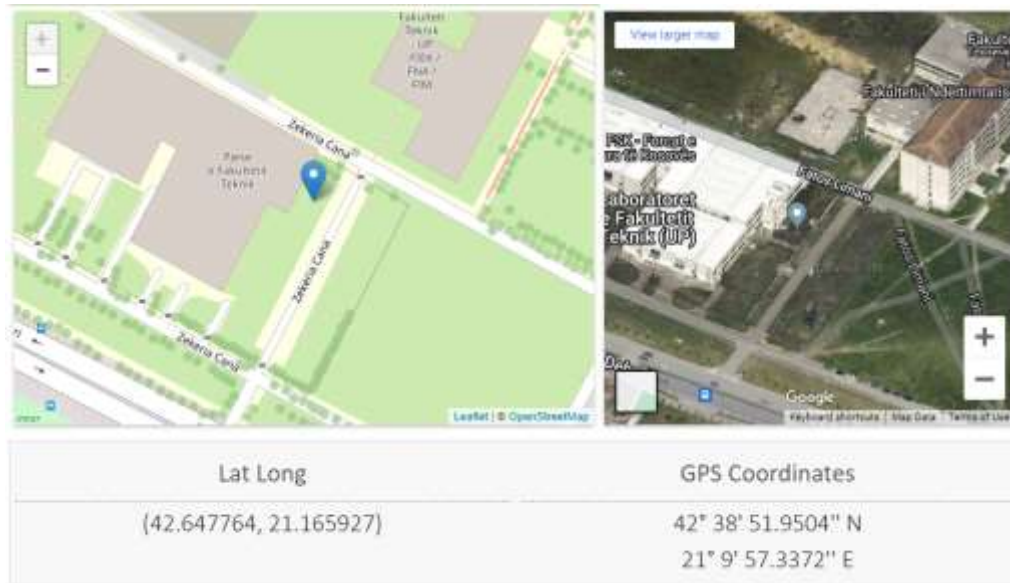


Figura 2.10 Gjatësia dhe gjerësia gjeografike e mekanizmit

$$L = 42^{\circ}38'51.9504''$$

Pra, këndi i lartësisë (α) do të jetë:

$$\begin{aligned}\alpha &= 90^{\circ} - L + \delta \\ &= 90^{\circ} - 42^{\circ}38' + (-10.07^{\circ}) \\ \alpha &= 37.3^{\circ}\end{aligned}$$

3.3.4 Këndi i orës (ξ)

Për të vazhduar më tutje duhet të gjejmë edhe “këndin e orës (ξ)”. Këndi i orës është pozita e diellit në raport me meridianin lokal të mekanizmit dhe llogaritet me këtë formulë:

$$\xi = (T_{LT} \times hr) \times 15^{\circ}/hr \quad (2.32)$$

Pra, në rastin tonë këndi i orës do të jetë:

$$\begin{aligned}\xi &= (TLT \times hr) \times 15^{\circ}/hr \\ &= (12 \times 6) \times 15^{\circ}/hr \\ &= 72 \times 15^{\circ}/hr \\ \xi &= 1080^{\circ}\end{aligned}$$

Ku; T_{LT} = Koha lokale standarde dhe hr = ora.

Përvec këndit të orës, është edhe këndi i orës së perëndimit të diellit (ω_s) të cilët përdoren për të përshkruar pozicionin e diellit në qiell në periudha të ndryshme të ditës. Këndi i orës përdoret për të përshkruar pozicionin e diellit në çdo kohë të caktuar, ndërsa këndi i orës

së perëndimit të diellit përdoret për të përshkruar pozicionin e diellit në kohën e perëndimit të diellit.

Këndi i orës së perëndimit të diellit (ω_s) për $\theta_z = 90^\circ$ shprehet me këtë formulë [11]

$$\cos \omega_s = -\frac{\sin \phi \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta} = -\tan \phi \tan \delta \quad (2.33)$$

2.4.4 Këndi i rënies (β)

Në anën tjetër, këndi i rënies (β) do të llogaritet sipas kësaj formule:

$$\beta = \sin^{-1}((\sin \delta \times \sin L) + (\cos \delta \times \cos L \times \cos \xi)) \quad (2.34)$$

$$\begin{aligned} \text{Pra, } \beta &= \sin^{-1}((\sin \delta \times \sin L) + (\cos \delta \times \cos L \times \cos \xi)) \\ &= \sin^{-1}((\sin(-10.0723382832) \times \sin 42) + (\cos(-10.0723382832) \times \cos 42 \times \cos 1080)) \\ &= \sin^{-1}((\sin(-10.0723382832) \times \sin 42) + (\cos(-10.0723382832) \times \cos 42 \times \cos 1080)) \\ &= \sin^{-1}((\sin(-10.0723382832) \times \sin 42) + (\cos(-10.0723382832) \times \cos 42 \times \cos 1080)) \\ &= \sin^{-1}(0.17414874142661154) \\ &= \underline{\underline{\beta = 9.9799852346^\circ}} \end{aligned}$$

Kjo tregon këndin total që dielli lëviz nëpër qiell gjatë kohës që është mbi horizont në një ditë të caktuar në Kosovë. [12]

2.4.5 Këndi Azimuth (ρ)

Këndi Azimuth (ρ) është parqitur në figurën më poshtë (2.11) bashkë me këndin e lartësisë (β) të matur nga çdo pikë në sipërfaqen e tokës:

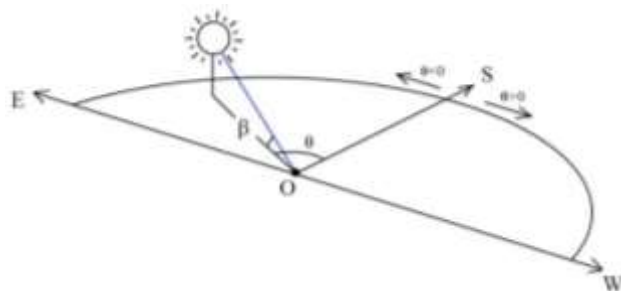


Figura 2.11 Këndi i lartësisë dhe këndi i azimuthit të diellit nga vëzhguesi (O)

Për koordinatat horizontale, këndi i azimuthit (ρ), jepet si 0° në drejtimin verior, në lindje $+90^\circ$, në perëndim 270° dhe në jug 180° .

Formula me të cilën llogaritet ky kënd është:

$$\rho = 180^\circ + \cos^{-1}((\sin\beta \times \sin L \times \sin\delta) / (\cos\beta \times \cos L)) \quad (2.35)$$

Ku:

L – paraqet gjerësia gjeografike e vendndodhjes,

β - paraqet këndin e lartësisë dhe

δ – paraqet këndin e deklinimit.

$$\rho = 180^\circ + \cos^{-1}((\sin 9.9799852346^\circ \times \sin 42^\circ \times \sin(-10.0723382832^\circ)) / (\cos 9.9799852346^\circ \times \cos 42^\circ))$$

$$= 180^\circ + \cos^{-1}((\sin 9.9799852346^\circ \times \sin 42^\circ \times \cos 10.0723382832^\circ) / (\cos 9.9799852346^\circ \times \cos 42^\circ))$$

$$\rho = 159.88 \text{ shkallë}$$

Paneli diellor pozicionohet duke përdorur këndet e lartësisë dhe azimutit të diellit, kështu që paneli diellor do të marrë rrezet e diellit në drejtim pingul duke rezultuar në efikasitet maksimal.[13]

2.4.6 Këndi i incidencës (θ)

Këndi i incidencës diellore, θ , është këndi midis rrezeve të diellit dhe normales në një sipërfaqe. Për një plan horizontal, këndi i incidencës, θ , dhe këndi zenit, Φ , janë të njëjta.

Shprehja e përgjithshme për këndin e rënies është:

$$\cos(\theta) = \sin(L) \sin(\delta) \cos(\beta) - \cos(L) \sin(\delta) \sin(\beta) \cos(Z_s) + \cos(L) \cos(\delta) \cos(h) \cos(\beta) + \sin(L) \cos(\delta) \cos(h) \sin(\beta) \cos(Z_s) + \cos(\delta) \sin(h) \sin(\beta) \sin(Z_s) \quad (2.36)$$

ku,

β - këndi i animit të sipërfaqes nga horizontali

Z_s - këndi i azimutit të sipërfaqes, këndi ndërmjet normales në sipërfaqe nga jugu i vërtetë, drejt perëndimit është caktuar si pozitiv. [14]

2.5. Ngarkesa e borës mbi mekanizëm

Pjesë e autonomisë së mekanizmit në përballimin e kushteve të vështira të motit do të jetë edhe aftësia e tij për të larguar borën duke rrotulluar panelin. Kjo do të drejtohet nga një motorr linear. Shpejtësia, kapaciteti mekanik dhe fuqia elektrike e aktivizuesit linear do të varen nga çift rrotullimi maksimal i ushtruar nga ngarkesa e borës.

2.5.1. Prapavija

Nëse ka borë në majë të një mekanizmi gjurmues diellor me dy bosht, mund të ndikojë në lëvizjen e mekanizmit. Sasia dhe shpërndarja e borës, si dhe pesha e borës, mund të kenë ndikim në lëvizjen e mekanizmit.

Për të llogaritur efektin e borës në lëvizjen e një mekanizmi gjurmues diellor me dy boshte, mund të modifikoni ekuacionet kinematike për të përfshirë efektin e peshës shtesë dhe fërkimit të shkaktuar nga bora. Për shembull, ekuacioni për shpejtësinë mund të modifikohet për të përfshirë efektin e fërkimit për shkak të borës:

$$\text{Shpejtësia} = \text{Shpejtësia fillestare} + (\text{Nxitimi} - \text{Fërkimi për shkak të borës}) \times \text{Koha} \quad (2.37)$$

Ekuacioni për nxitimin gjithashtu mund të modifikohet për të përfshirë efektin e peshës shtesë të borës:

$$\text{Përsheptimi} = (\text{Ndryshim në shpejtësi} + \text{Pesha e borës}) / \text{Koha} \quad (2.38)$$

Në mënyrë të ngjashme, ekuacioni për shpejtësinë këndore mund të modifikohet për të përfshirë efektin e fërkimit për shkak të borës:

$$\text{Shpejtësia këndore} = \text{Shpejtësia këndore fillestare} + (\text{Nxitimi këndor} - \text{Fërkimi për shkak të borës}) \times \text{Koha} \quad (2.39)$$

Dhe ekuacioni për nxitimin këndor mund të modifikohet për të përfshirë efektin e peshës shtesë të borës:

$$\text{Nxitimi këndor} = (\text{Ndryshim në shpejtësinë këndore} + \text{Pesha e borës}) / \text{Koha} \quad (2.40)$$

Duke përdorur këto ekuacione të modifikuara, mund të parashikojmë më saktë lëvizjen e mekanizmit dhe ta dizajnoni atë që të jetë në gjendje të gjurmojë diellin me saktësi, edhe në prani të borës.

2.5.2. Llogaritja e çiftit rrotullues me borë

Çështja në fjalë përfshin një panel rrotullues me një ngarkesë dëbore që lëvizte nëpër sipërfaqen e tij e cila është ilustruar në figurën 2.12. Gjithashtu është paraqitur skema e borës që rrëshqet nga paneli rrotullues si një trup i vetëm i ngurtë me sipërfaqe tërthore - Av i borës që do të binte në çdo θ në rritje. Sfida në përcaktimin e profilit të çift rrotullues të borës është se madhësia ashtu edhe pozicioni i ngarkesës ndryshojnë në një mënyrë jolineare.

Dëbora pas një efekti nxitës, zakonisht do të përshpejtohet në shpejtësi dhe sasia e rrëshqitjes së saj do të rritet në mënyrë eksponenciale. Këndi i pjerrësisë së ekuilibrit të një bore në një pjerrësi mund të përafrohet me ekuacionin 5 ku α është këndi i pjerrësisë së sipërfaqes së borës dhe φ është këndi i brendshëm i fërkimit.

$$\alpha = \varphi \tag{2.41}$$

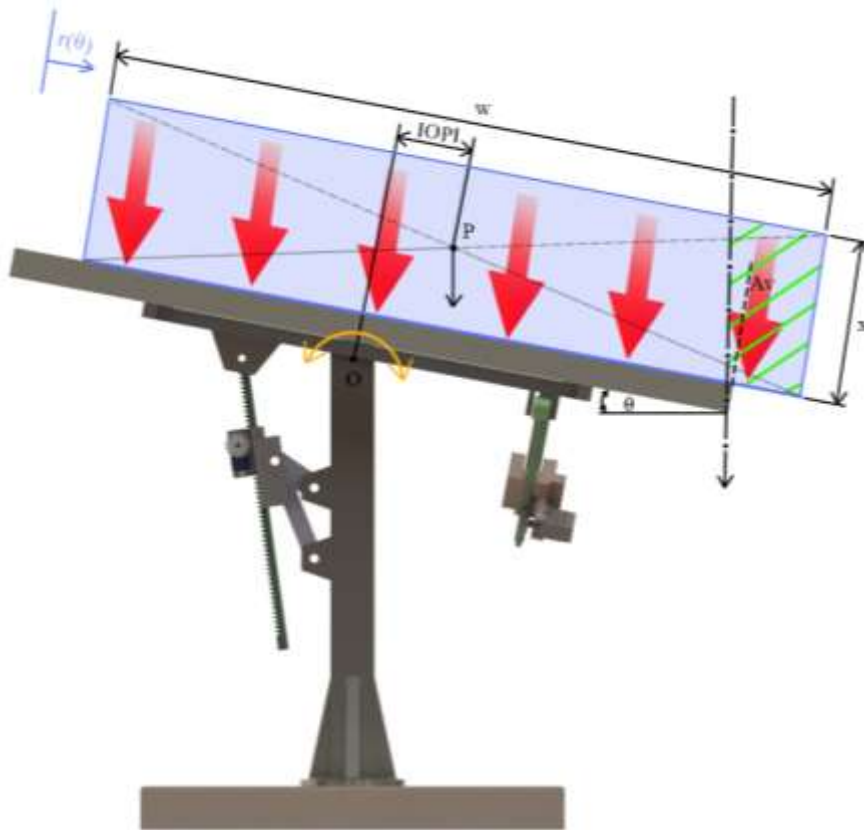


Figura 2.12 Skema e borës që rrëshqet nga paneli rrotullues

Lista e variablave të përdorur për të nxjerrë ekuacionin diferencial të lëvizjes së sistemit është dhënë në tabelën 2.1.

Simboli	Përshkrimi
w	Gjerësia e panelit dhe pjesa e borës.
x	Lartësia e pjesës së borës.
L	Gjatësia e panelit.
A	Zona e prerjes tërthore të borës ($A = wx$).
A_v	Zona e prerjes tërthore e borës së larguar (zona e hijëzuar).

m	Masa e borës.
θ	Këndi i animit të panelit.
$r(\theta)$	Distanca e ndarjes midis skajit të pjesës së borës dhe skajit të panelit(funksioni i θ).

Tabela 2.1 Lista e variablave të përdorura

Pjesa e parë e derivimit konsiston në përcaktimin e ekuacionit diferencial që rregullon rrëshqitjen e borës në panel. Ekuacioni diferencial i përcaktuar nga ekuacioni 5 zgjidhet për $r(\theta)$ siç rrjedh në shtojcën A ku μ_k është koeficienti dinamik i fërkimit.

$$\ddot{r} + 2\mu_k \dot{r}\dot{\theta} - r\dot{\theta}^2 = g\sin\theta - \mu_g \cos\theta \quad (2.42)$$

Zgjidhja e ekuacionit diferencial u dha nga ekuacioni 2.43.

$$r = C_1 r_1 + C_2 r_2 + U_{r1} + V_{r2} \quad (2.43)$$

ku;

$C_1, C_2 =$ konstante

$$r_1 = e^{-\omega(\mu_k + A)t} \quad (2.44)$$

$$r_2 = e^{-\omega(\mu_k - A)t} \quad (2.45)$$

$$U = \frac{-g(\mu_k + A)e^{(\mu_k + A)\theta}}{2\omega A[\omega^2(\mu_k + A)^2 + 1]} \left[\sin\theta - \frac{\cos\theta}{\omega(\mu_k + A)} - \mu_k \cos\theta - \frac{\mu_k \sin\theta}{\omega(\mu_k + A)} \right]$$

$$V = \frac{g(\mu_k - A)e^{(\mu_k - A)\theta}}{2\omega A[\omega^2(\mu_k - A)^2 + 1]} \left[\sin\theta - \frac{\cos\theta}{\omega(\mu_k - A)} - \mu_k \cos\theta - \frac{\mu_k \sin\theta}{\omega(\mu_k - A)} \right]$$

$$\theta = \omega t \quad (2.46)$$

$$A = \sqrt{(\mu_k^2 + 1)} \quad (2.47)$$

Kushti fillestar u përfutua duke gjetur këndin në të cilin bora statike ishte gati të rrëshqiste e cila u dha nga ekuacioni 2.48 ku μ_s është koeficienti statik i fërkimit.

$$g\sin\theta + \mu_s g\cos\theta = -r\dot{\theta} \quad (2.48)$$

Për një vlerë arbitrare të shpejtësisë këndore ω në 0,1 rad/s, këndi i rrëshqitjes ishte vetëm rreth 10,5 gradë për $r(\theta) = 0$. Megjithatë, nevojiteshin një grup tjetër kushtesh kufitare për të përcaktuar vlerat e konstanteve C_1 dhe C_2 .

Ky kufizim u tejkalua duke simuluar rrëshqitjen bazuar në kushtet fillestare dhe vlerat e μ_s dhe μ_k për të marrë një grup kushtesh kufitare.

Pjesa e dytë e derivimit konsistonte në përcaktimin e madhësisë së ngarkesës. Supozohet se sipërfaqja në rritje A_v do të përfaqësonte uljen e ngarkesës me θ . Ndryshimi në madhësinë e ngarkesës është dhënë nga ekuacioni 2.49.

$$W_s(\theta) = \rho g L [xw - r(\theta)x + \frac{x}{2} \tan \theta] \quad (2.49)$$

Prandaj, çift rrotullimi i ushtruar nga bora në pikën e rrotullimit O u përcaktua nga ekuacioni 2.50. [15]

$$T_s = \frac{1}{2} W_s(\theta) r(\theta) \quad (2.50)$$

3. ARKITEKTURA E MEKANIZMIT SI PROTOTIP

3.1. Në përgjithësi për prototipin

Ky prototip paraqet dizajnin dhe zbatimin praktik të një gjurmuesi diellor të thjeshtë aktiv me dy aks për të gjurmuar lëvizjen e diellit duke përdorur më pak komponentë dhe gjithashtu me kosto të ulët. Një mekanizëm me bosht të dyfishtë është zhvilluar për të lëvizur panelin PV nga dy servo motorë që përballen me intensitetin më të lartë të dritës së diellit të kapur nga sensorët LDR, të cilët vendosen në katër qoshet e panelit PV.

Prototipi i këtij mekanizmi do të ndërtohet duke marr për bazë mikrokontrollerin Arduino UNO. Me ndihmën e këtij prototipi do të kemi mundësinë të parashikojmë problemet të cilat mund të dalin para se të ndërtojmë mekanizmin përfundimtar.

Për të ndërtuar këtë projekt nevojiten 4 LDR (Light dependent resistor) në mënyrë që të masin intensitetin e dritës. Gjithashtu, përdoren dy servo motorë që ta rrotullojnë panelin solar varësisht burimit të dritës, në rastin tonë drita e diellit.

3.2. Procesi i punës së prototipit

Si një sistem i integruar, projekti është i ndarë në dy pjesë:

1. Zhvillimi i pjesës harduerike (Hardware)
2. Zhvillimi i programit (Software)

3.3. Pjesa harduerike

Sa i përket pjesës harduerike, projekti përbëhet nga:

Nga ana harduerike, ky *prototip* përbëhet nga këto paisje:

- 1 x Microchip ATmega328P
- 2 x Micro Servo 9G
- 4 x Light Dependet Resistors (LDR) - që veprojnë si sensorë rrezatimi
- 4 x Rezistorë 10k

Logjika e funksionimit të këtij sistemi është treguar në figurën 3.1 dhe fillon me detektimin e burimit të dritës, apo ne rastin tonë fillon me detektimin e pozitës së Diellit dhe këto të dhëna i dërgon te mikrokontrolleri. Informatat pastaj përpunohen dhe përcjellen nga mikrokontrolleri te servo motorrët duke kontrolluar rrotullimin e servo motorëve në mënyrë që të drejtohen për nga burimi i dritës.

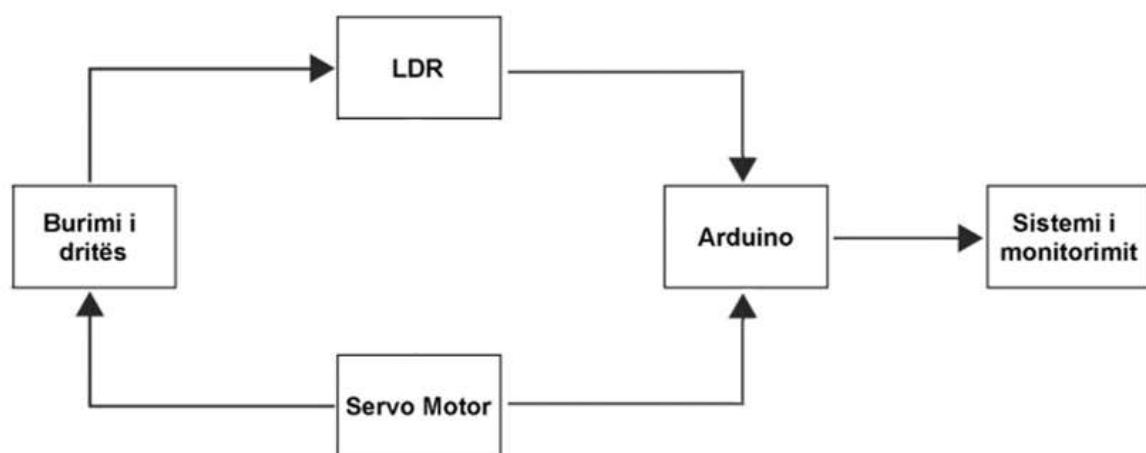


Figura 3.1 Logjika e funksionimit të sistemit

Sa i përket specifikave të këtyre paisjeve, ato janë:

3.3.1. Mikrokontrolleri (ATmega328P)

Mikroçipi ATMEGA328P është një mikrokontrollues me veçori të avancuara për prototipimin e elektronikës së integruar dhe zhvillimin e aplikacioneve. Ky është një nga mikrokontrolluesit më të njohur pasi përdoret me mikrokontrolluesit UNO.

Figura 3.2 tregon diagramin e çipit ATMEGA328P i cili është i paisur me 28 kunja. Shumë kunja të çipit këtu kanë më shumë se një funksion.

Në përbërje ka:

- 14 kunja hyrëse/dalëse dixhitale (nga të cilat 6 mund të përdoren si dalje PWM),
- 6 hyrje analoge,
- një rezonator qeramik 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0),
- një lidhje USB,

- një kokë ICSP dhe
- një buton rivendosjeje.

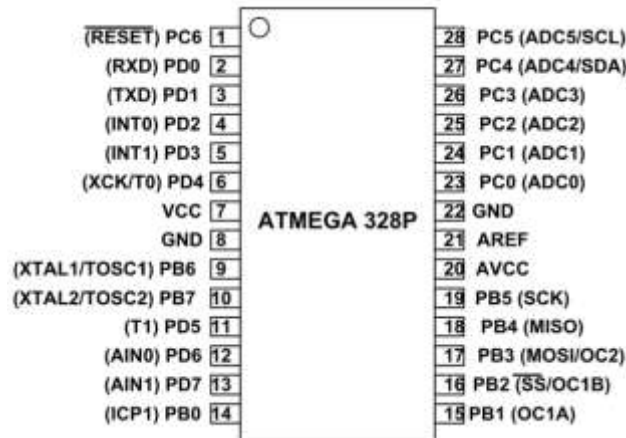


Figura 3.2 ATMEGA 328P [16]

3.3.2. Servo motori

Për të ndërtuar këtë mekanizëm automatik me dy boshte, janë përdorur dy servo motorë në mënyrë që të mund të kontrollojmë më saktë lëvizjen e sistemit. Ky lloj motori përbëhet nga një qark kontrolli i cili i pranon informatat mbi pozicionin aktual të boshtit të motorit, ku këto informata ndihmojnë që servo motorët të rrotullohen me saktësi të madhe.

Ai përbëhet vetëm nga një motor i thjeshtë i cili kalon përmes një mekanizmi servo. Mekanizmi i punës së servo motorit përbëhet nga tri pjesë:

1. Pajisja e kontrolluar
2. Të dhënat që dalin nga sensor
3. Reagimet e sistemit

3.3.2.1. Principi i punës së servo motorit

Motorët DC, motorët me hapa ose servo motorët përdoren shumë në sistemet e gjurmimit diellor për të motorizuar panelin PV. Në këtë prototip përdoren dy servo motorë 180°.

Një servo përbëhet nga një motor (DC ose AC), një potenciometër, disa dhëmbëzor dhe një qark kontrollues. Dhëmbëzorët përdoren për të zvogëluar shpejtësinë (RPM) dhe për të rritur çiftin rrotullues të motorit.

Servot kanë tre tela që dalin prej tyre (figura 3.3). Dy prej tyre përdoren për furnizim (pozitiv dhe negativ) dhe një do të përdoret për sinjalin që do të dërgohet nga MCU. Një servo

motor është në gjendje të presë për pozicione të paracaktuara në udhëzimet që i janë dhënë dhe më pas të i mirëmbajë ato, kështu që funksionon në një lak (loop) të mbyllur.

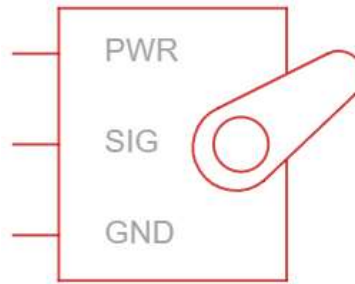


Figura 3.3 Servo Motori

Konsumon energji vetëm gjatë lëvizjes për në pozicionin e dëshiruar, përndryshe nuk konsumohet energji. Në anën tjetër, motorët me hapa (stepper) vazhdojnë të konsumojnë energji për të ruajtur pozicionin e komanduar. Përparësia e servo motorit është se ne mund të kontrollojmë ndalimin, lëvizjen, drejtimin e rrotullimit dhe shpejtësinë e tij duke përdorur një tel të vetëm me rrymë të ulët të lidhur drejtpërdrejt me një dalje PWM të mikrokontrolluesit, nuk ka nevojë për ndonjë qark.

Servo motori punon në parimin PWM (Pulse Width Modulation), që do të thotë se këndi i tij i rrotullimit kontrollohet nga kohëzgjatja e impulsit të aplikuar në kunj-in e tij të kontrollit. Në thelb servo motori përbëhet nga motori DC i cili kontrollohet nga një rezistencë e ndryshueshme (potenciometër) dhe disa dhëmbëzor. Forca me shpejtësi të lartë të motorit DC konvertohet në çift rrotullues nga dhëmbëzorët. Servo motori mund të rrotullohet nga 0 në 180 gradë, por mund të shkojë deri në 210 gradë, varet nga prodhuesi.

Në këtë projekt do të përdorim Servo motorin “Tower Pro SG90 9g mini” i cili është ideal për projekte me mekanizma të vegjël. Gjithashtu, është shumë i përshtatshëm për kontrollim nga mikrokontrollerët e Arduino-s duke mundësuar edhe kontrollimin nëpërmes sinjaleve PWM.

Servo motorri mund të rrotullohet përafërsisht 180 shkallë, nga 90 shkallë në secilën kahje. Ky motor ka dhëmbëzor të plastikës, për këtë arsye nuk rekomandohet për projekte të në të cilat ka mekanizma me peshë të madhe. Ka një peshë prej 9g, me dimensione relativisht të vogla 23.1mm x 12.2mm x 29mm dhe me shpejtësi 0.1s/60° në 4.8V. [17]

3.3.3. Qarku i sensorëve

Për ta bërë sistemin plotësisht automatik, është e nevojshme që sistemi të gjurmojë pozicionin e saktë të diellit në mënyrë që të mund të përafrohet pingul me pozicionin e diellit. Kjo do të lejojë që fuqia maksimale të merret nga dielli gjatë gjithë ditës. Kjo është arritur duke përdorur 4 LDR ku intensiteti i dritës që bie në secilën LDR krahasohet dhe rezultati i jepet mikrokontrolluesit që merr vendime të mëtejshme.

Fillimisht realizohet skema e lidhjeve të këtyre komponenteve, ashtu sic edhe është paraqitur në figurën 3.4. Për të realizuar këtë skemë është përdorur softueri “Fritzing”.

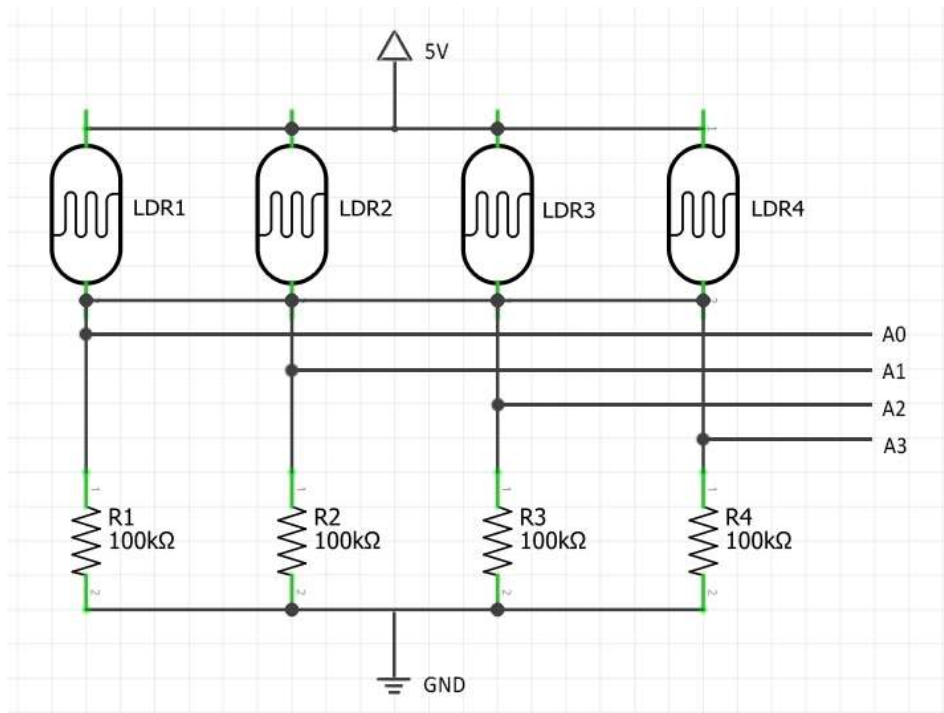


Figura 3.4 Diagrami i lidhjeve të sensorëve

3.3.4. LDR (Rezistorët me varësi nga drita)

Ashtu sic implikon edhe emri, ky lloj i komponentit ka një rezistencë të ndryshueshme e cila varet nga intensiteti i dritës i cili bie mbi të. Me rritjen e intensitetit të dritës bie edhe rezistenca e komponentit, për shembull, gjatë dritës vlerat e rezistencës së këtyre komponenteve është më e vogël se gjatë natës. Simboli i tij është treguar në figurën 3.5.



Figura 3.5 Simboli i LDR

LDR në përbërje ka një material gjysmëpërçues të ekspozuar sic është Sulfuri i Kadmiumit i cili e ndryshon rezistencën elektrike nga disa mijëra Ohm kur gjendet në errësirë, e deri qindra Ohm kur drita bjen mbi të, duke krijuar kështu një vrimë në material me çifte elektronesh. Gjithashtu, qelizat fotorezistente marrin një kohë të gjatë për të kthyer përgjigje, pra iu nevojiten disa sekonda për t'u përgjigjur një ndryshimi në intensitetin e dritës.

Materialet të cilat përdoren si substrate gjysmëpërçuese përfshijnë:

- Sulfidin e plumbit (PbS),
- Selenidin e plumbit (PbSe),
- Antimonidin e indiumit (InSb)

të cilët janë të aftë të zbulojnë dritën në rrezen infra të kuqe. Materiali më i përdorur nga të gjitha është Sulfidi i Kadmiumit (Cds).

Sulfidi i Kadmiumit (Cds) përdoret në prodhimin e qelizave fotopërçuese, sepse lakorja e përgjigjes spektrale përputhet ngushtë me atë të syrit të njeriut dhe madje mund të kontrollohet duke përdorur një pishtar të thjeshtë si burim drite. Në mënyrë tipike, ai ka një gjatësi vale të ndjeshmërisë maksimale (λ_p) prej rreth 560nm deri në 600nm në diapazonin e dukshëm spektral.

Ky modul ka një sinjal dalës, pra një output. Të dyja, *analoge* në kanal (A0) me vlera ndërmjet 0 - 1023 dhe *dixhitale* në kanal (D0) me vlera 0 dhe 1. Përparësi tjetër e tij është madhësia e cila është shumë kompakte dhe optimale, gjë që është shumë e rëndësishme kur kemi të bëjmë me projekte në të cilat hapësirat punuese janë të limituara (figura??).

Për të bërë një gjurmues diellor me dy akse, na nevojiten 2 LDR për secilin aks, prandaj kemi përdorur gjithsej 4 LDR. LDR-të përkatëse që janë montuar përballë njëri-tjetrit krahasohen dhe dalja përdoret për të vendosur lëvizjen e të gjithë strukturës për të gjurmuar diellin. [18]

3.3.5. Rezistorët

Rezistorët janë komponentë elektronikë që kanë një rezistencë elektrike specifike, të pandryshueshme. Rezistenca e rezistencës kufizon rrjedhën e elektroneve nëpër një qark. Ata janë komponentë pasivë, që do të thotë se konsumojnë vetëm energji (dhe nuk mund ta gjenerojnë atë). Rezistorët zakonisht shtohen në qarqe ku ato plotësojnë komponentët aktivë si op-amps, mikrokontrolluesit dhe qarqet e tjera të integruara. Zakonisht rezistorët përdoren për të kufizuar rrymën, ndarjen e tensioneve dhe linjat tërheqëse I/O.

Rezistenca elektrike e një rezistence matet në ohm-ë. Simboli për një om është kapitali grek-omega: Ω . Përkufizimi (disi rrethrotullimi) i 1Ω është rezistenca midis dy pikave ku 1 volt (1V) e energjisë potenciale të aplikuar do të shtyjë 1 amper (1A) rrymë. Të gjithë rezistorët kanë dy terminale, një lidhje në çdo skaj të rezistencës. Kur modelohet në një skemë, një rezistencë do të shfaqet si një nga këto dy simbole të treguar në figurën 3.6:



Figura 3.6 Simboli i rezistencës

Dy simbole të zakonshme skematike të rezistencës. R1 është një rezistencë $1k\Omega$ e stilit amerikan dhe R2 është një rezistencë $47k\Omega$ e stilit ndërkombëtar.

Llojet e rezistorëve

Rezistorët vijnë në forma dhe madhësi të ndryshme. Ato mund të jenë të montuara në vrima ose në sipërfaqe. Ato mund të jenë një rezistencë standarde, statike, një paketë rezistencash ose një rezistencë e veçantë e ndryshueshme. Rezistorët do të vijnë në një nga dy llojet e përfundimit: me vrima ose montim në sipërfaqe. Këto lloje të rezistorëve zakonisht shkurtohen si PTH ose SMD/SMT (teknologji ose pajisje e montimit në sipërfaqe).

Nëpërmes vrimës – (figura 3.7) Rezistencat përmes vrimave vijnë me priza të gjata e të përkulshme, të cilat mund të ngjiten në një pllakë buke ose të ngjiten me dorë në një tabelë prototipi ose në tabelën e qarkut të printuar (PCB). Këto rezistorë janë zakonisht më të dobishëm në bërjen e bukës, prototipimin, ose në çdo rast kur preferoni të mos lidhni rezistorë të vegjël SMD me gjatësi 0,6 mm. Pllakat e gjata zakonisht kërkojnë prerje, dhe këto rezistorë me siguri do të zënë shumë më tepër hapësirë se sa homologët e tyre të montimit në sipërfaqe.



Figura 3.7 Dy lloje të rezistorëve.

E montuar në sipërfaqe Rezistencat e montimit në sipërfaqe janë zakonisht drejtkëndësha të vegjël të zinj, të përfunduar në të dyja anët me skaje edhe më të vogla, me shkëlqim, argjendi dhe përçuese. Këto rezistorë janë të destinuara për t'u ulur në majë të PCB-ve, ku ato janë ngjitur në jastëkët e uljes së çiftëzimit. Për shkak se këto rezistenca janë kaq të vogla, ato zakonisht vendosen në vend nga një robot dhe dërgohen përmes një furre ku saldimi shkrihet dhe i mban në vend.

Përbërja e rezistencës

Rezistorët mund të ndërtohen nga materiale të ndryshme. Më të zakonshmet, rezistorët modernë janë bërë nga një film karboni, metali ose metal-oksid. Në këto rezistorë, një shtresë e hollë e materialit përçues (megjithëse ende rezistent) mbështillet në një spirale përreth dhe mbulohet nga një material izolues. Shumica e rezistencave standarde, pa grimca, me vrima të brendshme do të vijnë në një përbërje filmi karboni ose filmi metalik. [19]

3.3.6. Potenciometri

Një potenciometër (simboli i paraqitur në figurën 3.8) është një rezistor me tre terminale me një kontakt rrëshqitës ose rrotullues që formon një ndarës të rregullueshëm të tensionit. Nëse përdoren vetëm dy terminale, njëri fund dhe fshirësi, ai vepron si një rezistencë ose reostat e ndryshueshme.



Figura 3.8 Simboli i potenciometrit

Potenciometrat zakonisht përdoren për të kontrolluar pajisjet elektrike siç janë kontrollet e volumit në pajisjet audio. Potenciometrat e operuar nga një mekanizëm mund të përdoren si transduktorë pozicioni, për shembull, në një levë. Potenciometrat përdoren rrallë për të kontrolluar drejtpërdrejt fuqinë e konsiderueshme (më shumë se një vat), pasi fuqia e shpërndarë në potenciometër do të ishte e krahasueshme me fuqinë në ngarkesën e kontrolluar.

3.3.7. Konfigurimi i sistemit dhe qarkut përfundimtar

Objekti i mekanizmit është të përftojë pingulësinë maksimale midis rrezeve rënëse të diellit dhe sipërfaqes së panelit PV, në mënyrë që të merret fuqia maksimale nga paneli PV. Funksioni i sistemit të gjurmimit bazohet në programin e shënuar në mikrokontrolluesin e bordit Arduino. Mikrokontrolluesi apo truri i të gjithë sistemit, konverton vlerat analoge nga sensorët LDR në dixhitalë dhe siguron dy kanale dalëse për të kontrolluar rrotullimin e panelit PV përmes dy motorëve servo. Më pas, lëvizjet e rrotullimit ndodhin në dy akse: vertikale dhe horizontale, nga lindja në perëndim (ndjekja e azimutit) gjatë ditës dhe nga jugu në veri (gjurmimi i lartësisë) gjatë stinëve.

Për të bërë këtë gjurmues diellor, duhet të lidhim së bashku të gjithë komponentët në mënyrë që të përshtaten me kodin e shënuar. Është shumë e rëndësishme që mekanizmi të

dizajnohet me kujdes në mënyrë që lëvizjet më të vogla të diellit të mund të gjurmohen. Diagram i qarkut të plotë të përdorur për të gjurmuar diellin është paraqitur në figurën 3.9. Kjo figurë ilustron lidhjet midis mikrokontrollerit dhe sensorëve/aktuatorëve të sistemit.

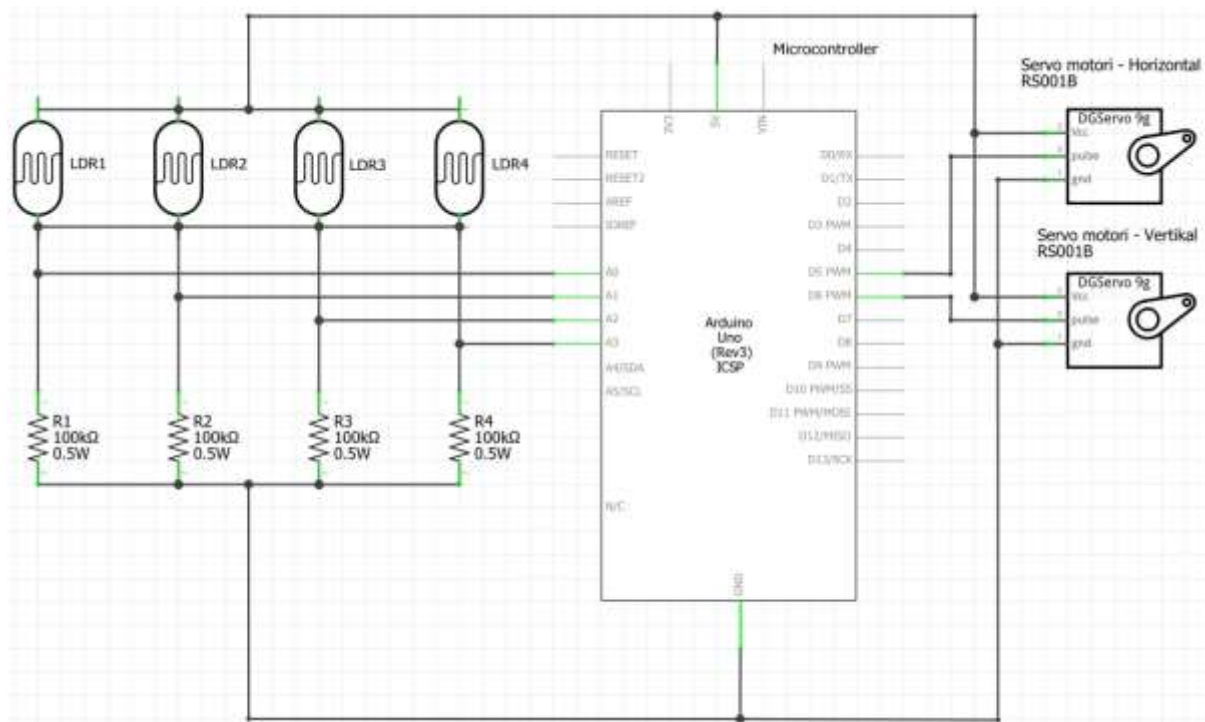


Figura 3.9 Qarku përfundimtar

Siç tregon qarku, janë përdorur 4 LDR për të gjurmuar diellin në dy boshte. Çdo palë LDR është përgjegjëse për gjurmimin e diellit në secilin prej dy boshteve. Në fillim matet intensiteti i dritës në dy LDR-të. Të dhënat e fituara nga sensorët krahasohen dhe përcillen te motorët të cilët me ndihmën e mikrokontrollerit, kontrollohen dhe bëjnë ndekjen e rrezeve të diellit.

3.4. Modelimi 3D i mekanizmit

Për të bërë një prototip 3D të një gjurmuesi diellor me bosht të dyfishtë, do të na duhet një softuer modelimi 3D dhe një printer 3D. Këtu është një përmbledhje e përgjithshme e hapave që janë ndjekur:

Së pari, hulumtojmë rreth dizajnit dhe funksionit të gjurmuesve diellorë me bosht të dyfishtë për të kuptuar se si funksionojnë dhe cilat veçori i kanë zakonisht.

1. Krijojmë një model 3D të gjurmuesit diellor duke përdorur softuerin e modelimit SolidWorks. Janë përfshirë të gjithë komponentët e nevojshëm, të tilla si mekanizmi gjurmues, panelet fotovoltaike dhe çdo strukturë mbështetëse.

2. Përdorim një printer 3D për të printuar kopje fizike të prototipit.
3. Testojmë prototipin për t'u siguruar që ai po funksionon siç duhet dhe është në gjendje të gjurmtojë lëvizjen e diellit ndërsa ai lëviz nëpër qiell.

Dizajni 3D synon të vizualizojë formën e tij përfundimtare përpara fabrikimit. Dizajni 3D u modelua duke përdorur softuerin e projektimit mekanik SolidWorks.

I gjithë sistemi mbështetet në dy lëvizje të ndryshme rrotulluese, në dy akse të ndryshme. Për këtë qëllim, modeli është ndarë në disa pjesë kryesore:

1. Bazamenti
2. Mbajtësi i servo motorrit për lëvizje vertikale
3. Mbajtësi i katër LDR sensorëve

Modeli është projektuar që të ketë dy shkallë lirie, nga lindja në perëndim nga servo motori horizontal dhe nga jugu në veri nga ai vertikal. Shasia e gjurmuesit diellor është prodhuar duke përdorur filamentin ABS, por mund të bëhet edhe nga materiale të tjera. Sensorët LDR vendosen në katër qoshet e panelit dhe rrethohen me mure sidhe një dritë vendose në krye për të simuluar ndriçimin e diellit. Këta mure konsiderohen si kufizues të rrezatimit sepse LDR është shumë i ndjeshëm dhe mund të na duhet të kufizojmë dritën e marrë nga dielli. Kështu, hiya e ekspozuar në katër LDR-të përdoret për të siguruar sinjalet e reagimit nga sensorët LDR.

3.4.1. Modelimi i sistemit së dhëmbëzorit cilindrik me dërrasën e dhëmbëzuar

Duke pasur parasysh që në miniaturë nuk kemi elektromotorr të madhësive që i përshtaten projektit tonë, është zhvilluar një mekanizëm i cili i konverton lëvizjet rrotulluese të servo motorrit në lëvizje lineare. Dizajni i këtij mekanizmi së bashku me pjesët përbërëse tregohen në figurën 3.10.

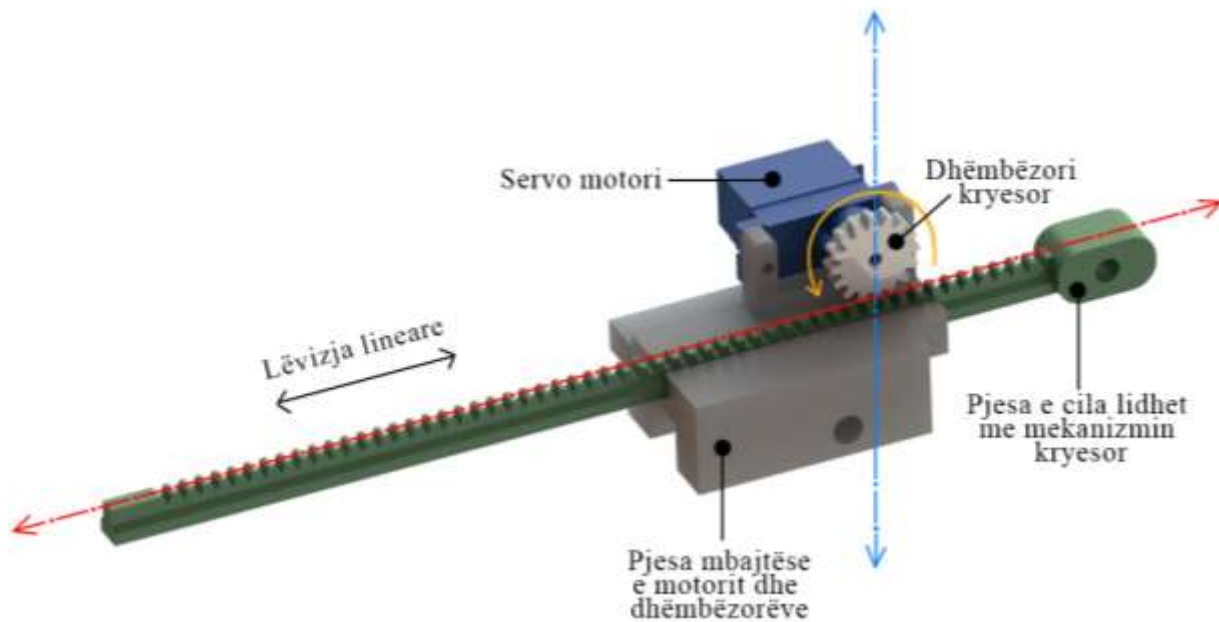


Figura 3.10 Mekanizmi linear

Një sistem i tillë është një lloj aktivizuesi linear që konverton lëvizjen rrotulluese në lëvizje lineare. Përbëhet nga një ingranazh rrethor që lidhet me një raft linear. Përderisa ingranazha rrethore rrotullohet, ai lëviz raftin përgjatë gjatësisë së tij.

Në figurën e mëposhtme (3.11) janë paraqitur dimensionet kryesore të ingranazheve.

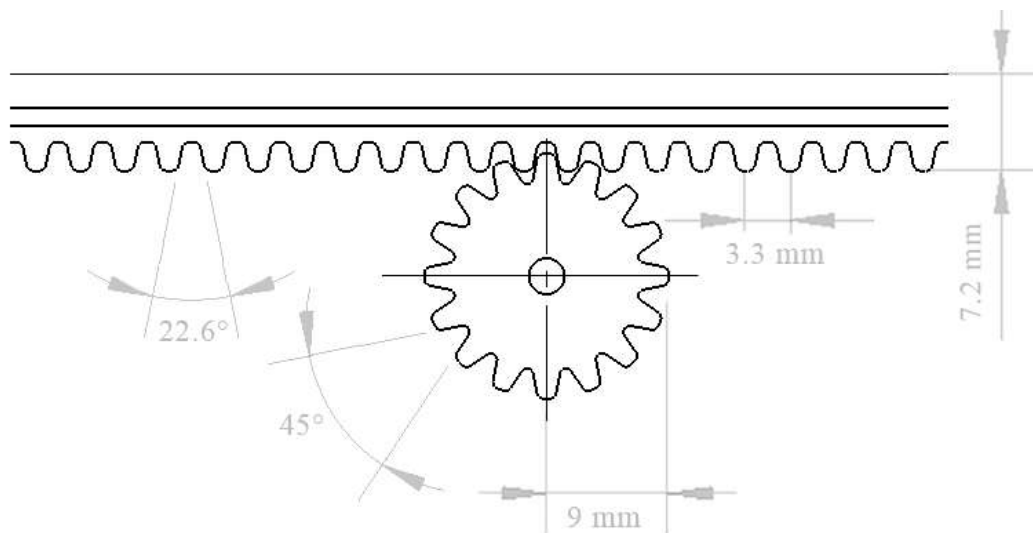


Figura 3.11 Dimensionet e ingranazheve

Për të llogaritur raportin e ingranazhit të një servo motori në një sistem të tillë, duhet të dijmë numrin e dhëmbëve të ingranazhit rrotullues (ingranazhi i bashkangjitur me motorin e servo) dhe numrin e dhëmbëve në mbajtës (rack).

Më pas, pjestojmë numrin e dhëmbëve në mbajtës me numrin e dhëmbëve të pinionit. Numri i dhëmbëve në ingranazhin e pinionit është 16, kurse numri i dhëmbëve në ingranazhin e mbajtësit (rack) është 55 dhe është paracaktuar duke llogaritur distancën në mes panelit dhe shtyllës kryesore vertikale pasi që në rastin tonë mekanizmi ka limite fizike. Raporti i ingranazheve është:

$$\frac{55}{16} = 3.43 \quad (3.1)$$

Sa i përket forcave tangjenciale në mbajtës, ato dallojnë varësisht nga aplikimi i tij. Pra, janë dy lloje të aplikimeve, ai horizontal dhe aplikimi vertikal. Në rastin tonë kemi një lëvizje vertikale. Për të bërë këto llogaritje fillimisht vendosim sistemet koordinative të të dy pjesëve përbërëse të sistemit. Sistemet koordinative të tyre janë paraqitur në figurën e mëposhtme (3.12):

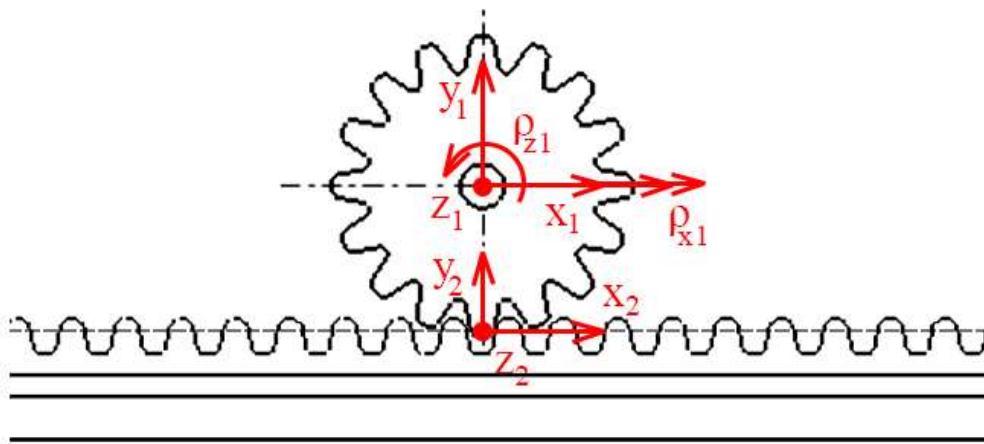


Figura 3.12 Sistemet koordinative i ingranazheve

$X_1, Y_1, Z_1, \rho_{z1}, \rho_{x1} \dots$ - paraqesin sistemin e koordinatave të pinionit dhe shkallët e lirisë së ingranazhit të pinionit.

$X_2, Y_2, Z_2 \dots$ - paraqesin sistemin e koordinatave të mbajtësit (rack) dhe shkallët e lirisë së tij.

Në një aplikim vertikal, ngarkesa lëviz në drejtim të sistemit udhëzues, kështu që forca për shkak të masës së lëvizur nuk ndikohet nga koeficienti i fërkimit të shinave udhëzuese. [20]

$$F_r = m \times g + m \times a + F_e \quad (3.2)$$

Ku;

- F_r = forca në mbajtës (rack) (N)

- m = masë e lëvizur; përfshin ngarkesën, plus çdo komponent të sistemit që po lëviz, si p.sh. pinion, ingranazhet, motor, etj. (kg)
- g = konstante gravitacionale ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- a = nxitimi maksimal që do të përjetojë sistemi (m/s^2)
- F_e = forca e shtypjes (N)

Çift rrotullimi në ingranazhin rrotullues (figura 3.13) është thjesht forca tangjenciale (forca në mbajtës) e shumëzuar me rrezën e ingranazhit rrotullues.

$$T_p = F_r \times r_p \quad (3.3)$$

Ku;

- T_p = çift rrotullues në ingranazhin rrotullues (Nm)
- r_p = rrezja e ingranazhit rrotullues (m)

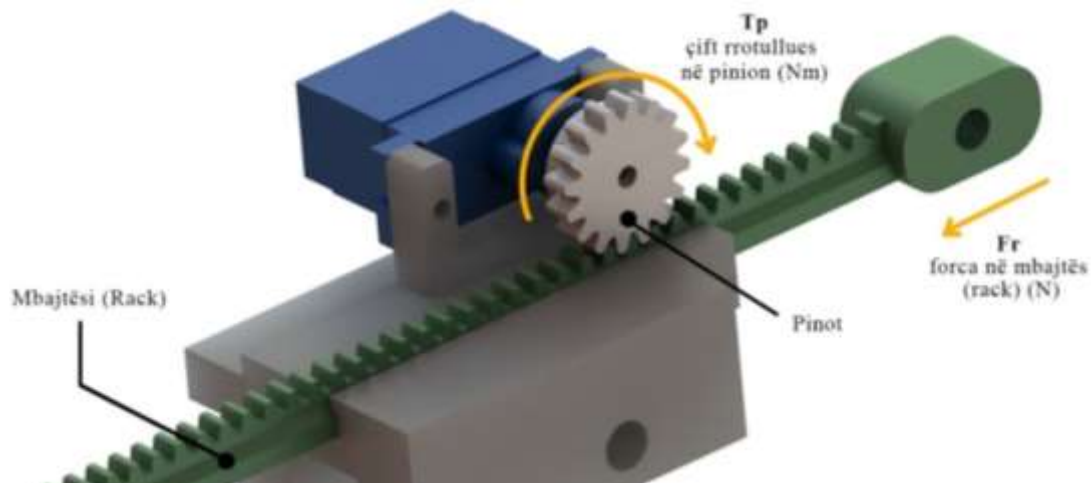


Figura 3.13 Çift rrotullues në pinion dhe forca vepruse në mbajtës

Në figurën 3.14 mund të vërehen mekanizmat lëvizës linear në pozitat e tyre adekuate.

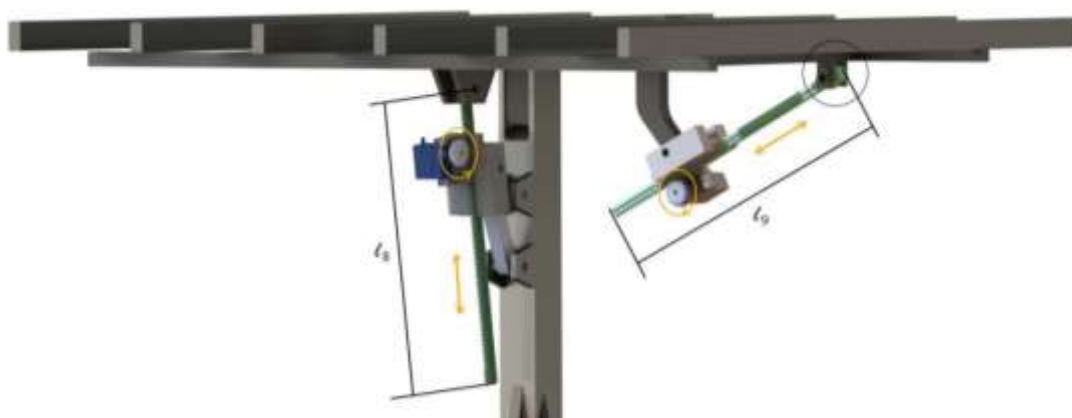


Figura 3.14 Mekanizmat lëvizës linear

3.4.2. Modelimi i pjesëve të tjera përbërëse

Në figurë e mësipërme (figura 2.1) është paraqitur vetëm bazamenti me shtyllën kryesore me c'rast pika e rëndesës apo e gravitetit është në pikën lidhëse të shtyllës me bazamentin. Kurse, në vijim do të tregohen modelime e pjesë të tjera përbërëse të mekanizmit, duke filluar nga shtylla kryesore për lëvizje horizontale (figura 3.15) dhe ajo për lëvizje horizontale (figura 3.16).

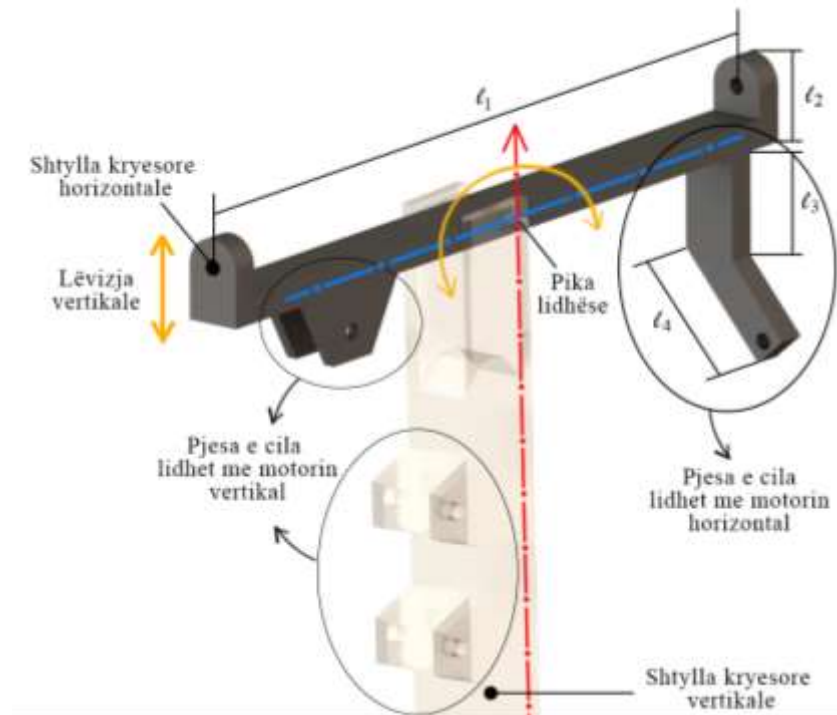


Figura 3.15 Shtylla kryesore për lëvizje horizontale

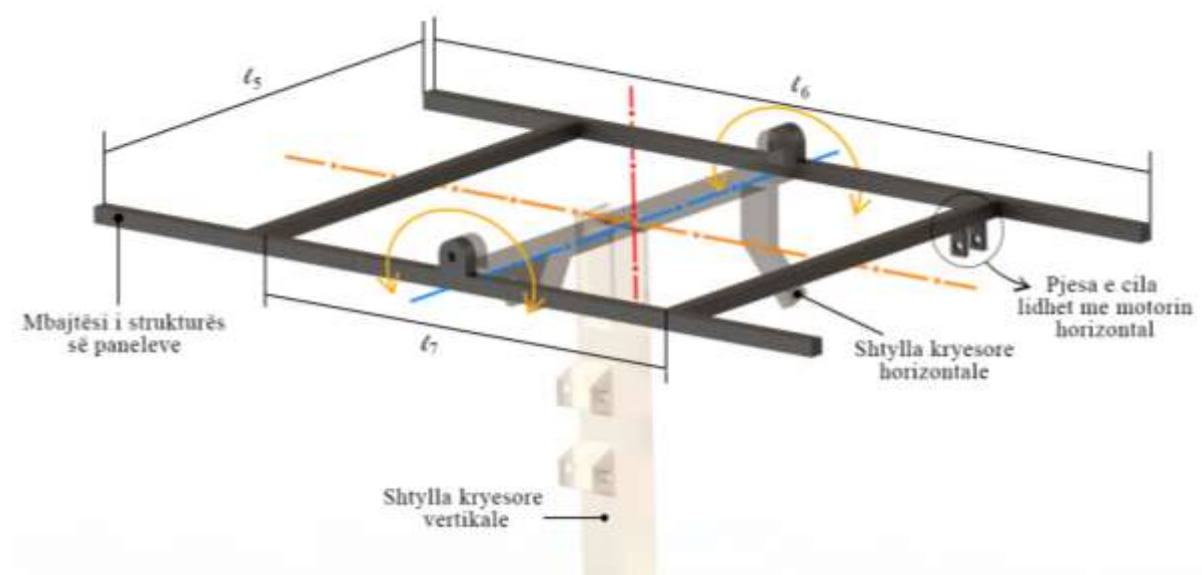


Figura 3.16 Shtylla kryesore për lëvizje vertikale

Modelimi vazhdon duke vendosur edhe mbajtësin e panelave solar, ku në figurën 3.17 është paraqitur bashkë me informatat tjera shtesë. Kurse, në fund (figura 3.18) është paraqitur se si planifikohet se do të duket mekanizmi në formën e tij përfundimtare.

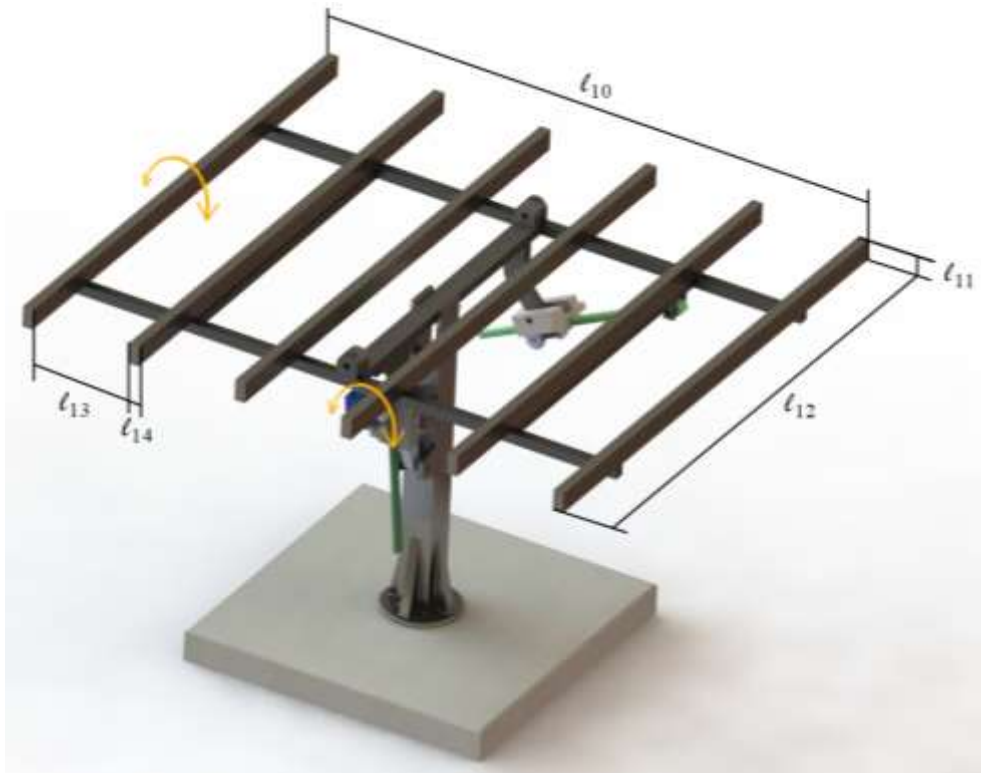


Figura 3.17 Mbajtësi i paneleve



Figura 3.18 Produkti përfundimtar

3.5. Analizimi i fortësisë së mekanizmit

SolidWorks është një program 3D i projektimit me ndihmën e kompjuterit (CAD) që përdoret për të krijuar, analizuar dhe dokumentuar dizajne inxhinierike. Një nga veçoritë e SolidWorks është aftësia e tij për të kryer analiza të forcës në një dizajn. Kjo na lejon të shohim se si forca të ndryshme, të tilla si graviteti, era dhe fërkimi, do të ndikojnë në dizajn. Rezultatet e analizës së forcës mund të përdoren për të optimizuar dizajnin dhe për të siguruar që ai do të jetë në gjendje të përballojë forcat që do t'u nënshtrohet në botën reale. Për të kryer një analizë të forcës në SolidWorks, do të na duhet të përcaktojmë ngarkesat dhe kufizimet në modelin tonë dhe më pas të përdorim një nga mjetet e disponueshme të analizës për të zgjidhur forcat dhe zhvendosjet që rezultojnë.

Këtu janë hapat e përgjithshëm për kryerjen e një analize të forcës në SolidWorks:

1. Hapim modelin në SolidWorks (figura 3.19).

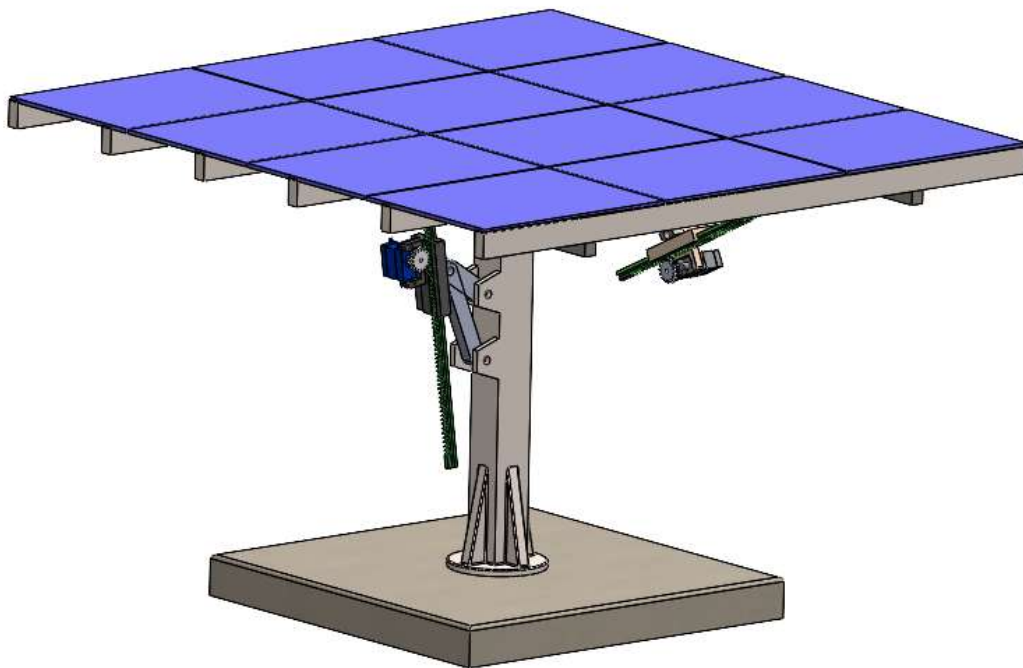


Figura 3.19 3D modeli i kompletuar i mekanizmit

2. Në menunë e “Add-ins”, zgjedhim opsionin “Simulation”. Dhe pastaj klikojmë opsionin “New Study” (figura 3.20).



Figura 3.20 Opsioni “New Study”

3. Emërtojmë studimin (figura 3.21).

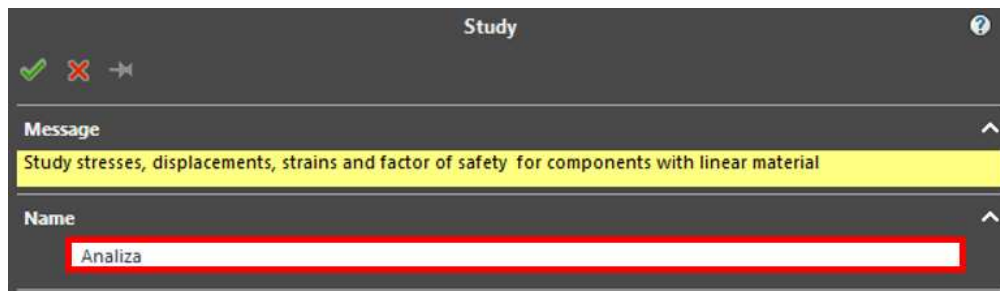


Figura 3.21 Emërtimi i studimit

Në pjesën e simulimeve të këtij softueri do të na duhet të plotësojmë disa kërkesa të paraqitura në figurën 3.22:

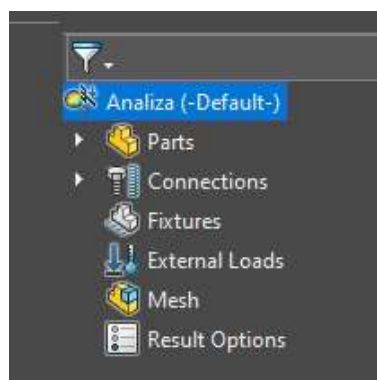


Figura 3.22 Parametrat e kërkuara nga studimi

4. Hapi i radhës është të informojmë softuerin rreth parametrave përkatës së mekanizmit. Nëse klikojmë te opsioni “Parts” do të na paraqiten të gjitha pjesët përbërëse të mekanizmit. Mbi opsionin “Parts” klikojmë me tastin e majtë të mausit dhe zgjedhim opsionin “Apply Material to All...”. Pra, ndjekim hapat si në figurën 3.23.

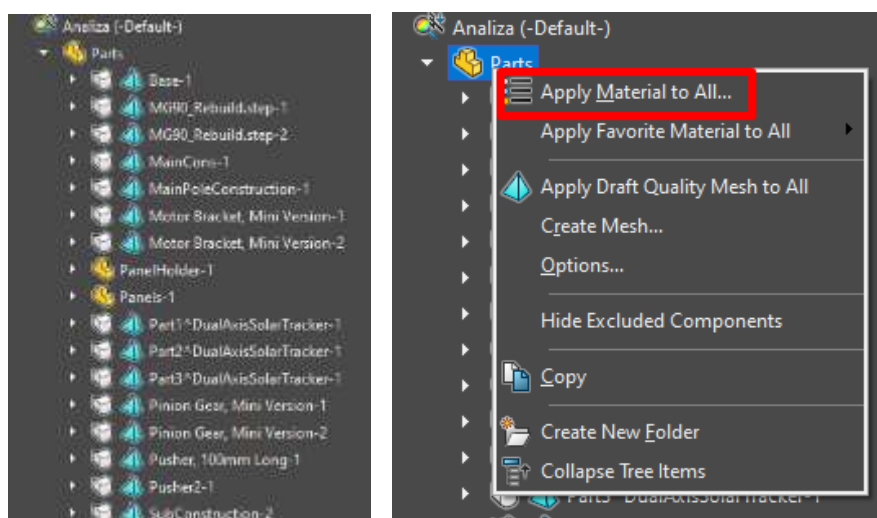


Figura 3.23 Vendosja e materialit të pjesëve

Pasiqe prototipi ynë do të printohet me 3D printer, filamenti i cili do të përdoret është ABS. Në figurat më poshtë (3.24 dhe 3.25) janë paraqitur të dhënat e këtij filamenti:

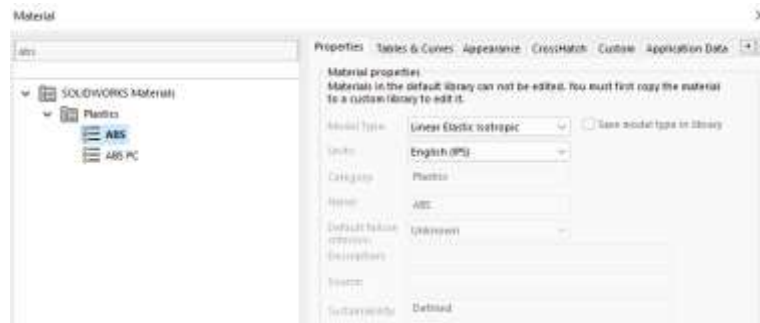


Figura 3.24 Zgjedhja e materialit “ABS”

Property	Value	Units
Elastic Modulus	290075.4753	psi
Poisson's Ratio	0.394	N/A
Shear Modulus	46252.53454	psi
Mass Density	0.0368483274	lb/in ³
Tensile Strength	4351.13213	psi
Compressive Strength		psi
Yield Strength		psi
Thermal Expansion Coefficient		/°F
Thermal Conductivity	3.01734e-06	Btu/(in-sec-°F)
Specific Heat	0.33104	Btu/(lb-°F)
Material Damping Ratio		N/A

Figura 3.25 Parametrat e materialit “ABS”

- Duke pasur parasysh se mekanizmi ndahet kryesisht në dy pjesë lëvizëse (horizontale dhe vertikale), në disa vende të mekanizmit kemi vendosur edhe kunjat të cilat duhet të cekin edhe në softuer. Kjo arrihet duke klikuar në opsionin “Connections” – “Pin”. Në figurën 3.26, me shigjeta të kuqe janë paraqitur vendet se ku do të vendosen këta kunjat.

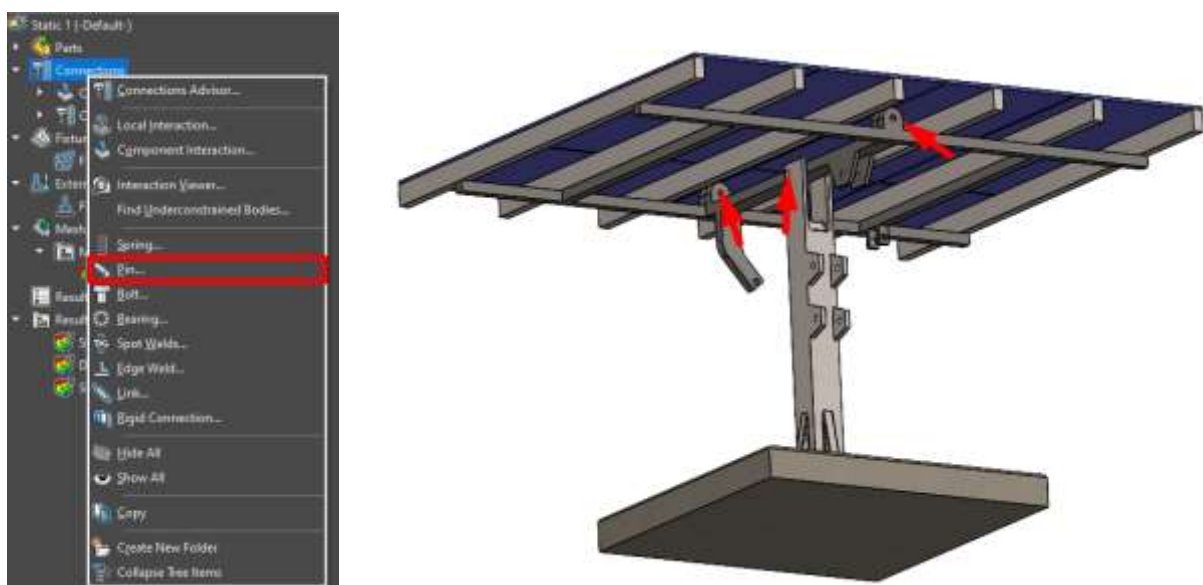


Figura 3.26 Përcaktimi i vendodhjes së kunjave

6. Sigurohemi që modeli të jetë plotësisht i kufizuar. Pra, i tregojmë softuerit se cilat pjesë janë të fiksuara e cilat janë të lira për lëvizje, ashtu sic edhe është paraqitur në figurën 3.27.

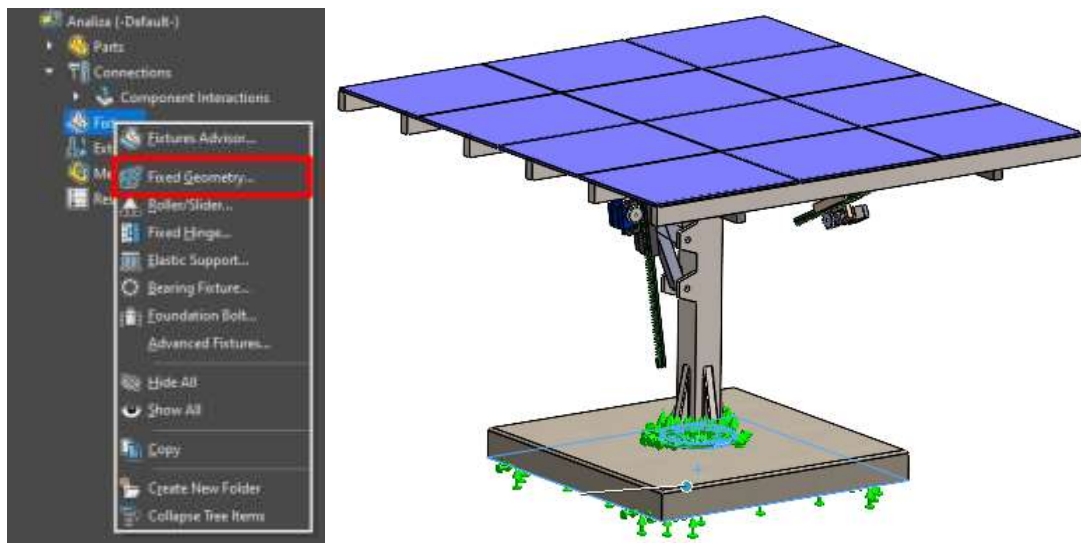


Figura 3.27 Përcaktimi i pjesëve fikse

7. Përcaktojmë ngarkesat që do të aplikohen në model. Në rastin tonë zgjedhim “Force”. Mekanizmin tonë e kemi testuar me forca të ndryshme por në këtë punim kemi vendosur të paraqesim analizat kur në mekanizëm kemi vepruar me forcë prej 8kgf. Pamja do të duket si në figurën 3.28.

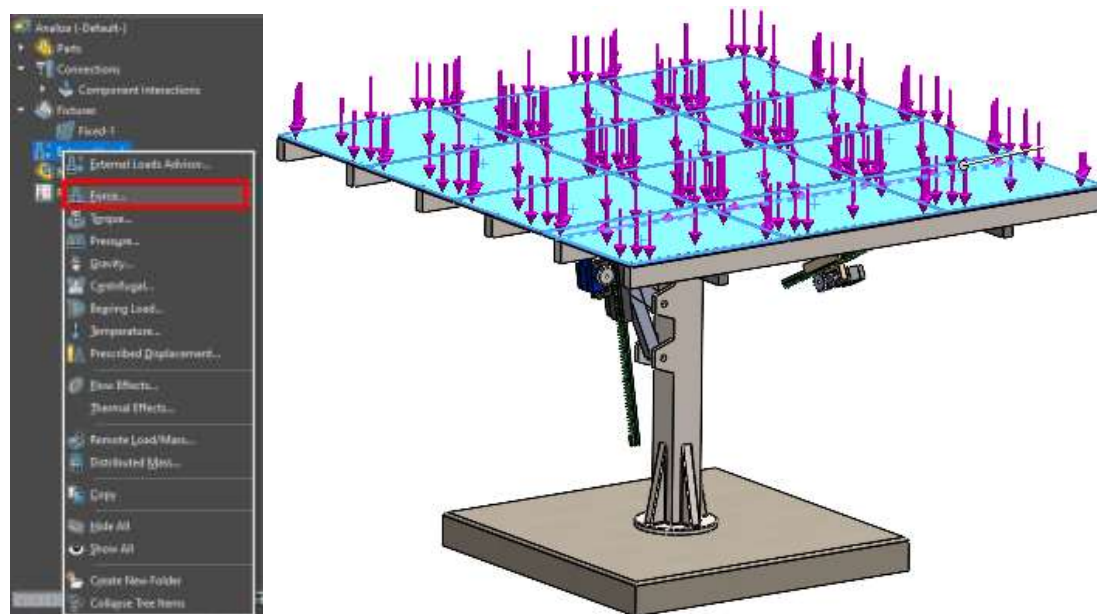


Figura 3.28 Përcaktimi se ku do të veprojnë forcat

8. Krijojmë rrjetën – fig. 3.29. Rrjeta është një paraqitje dixhitale e objektit fizik dhe përbëhet nga një seri nyjesh dhe elementësh të ndërlidhur ashtu sic tregohet në fig. 3.30.

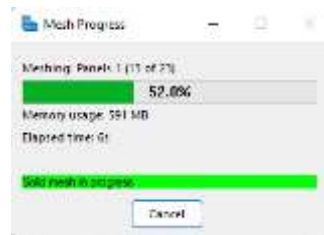


Figura 3.29 Krijimi i rrjetës

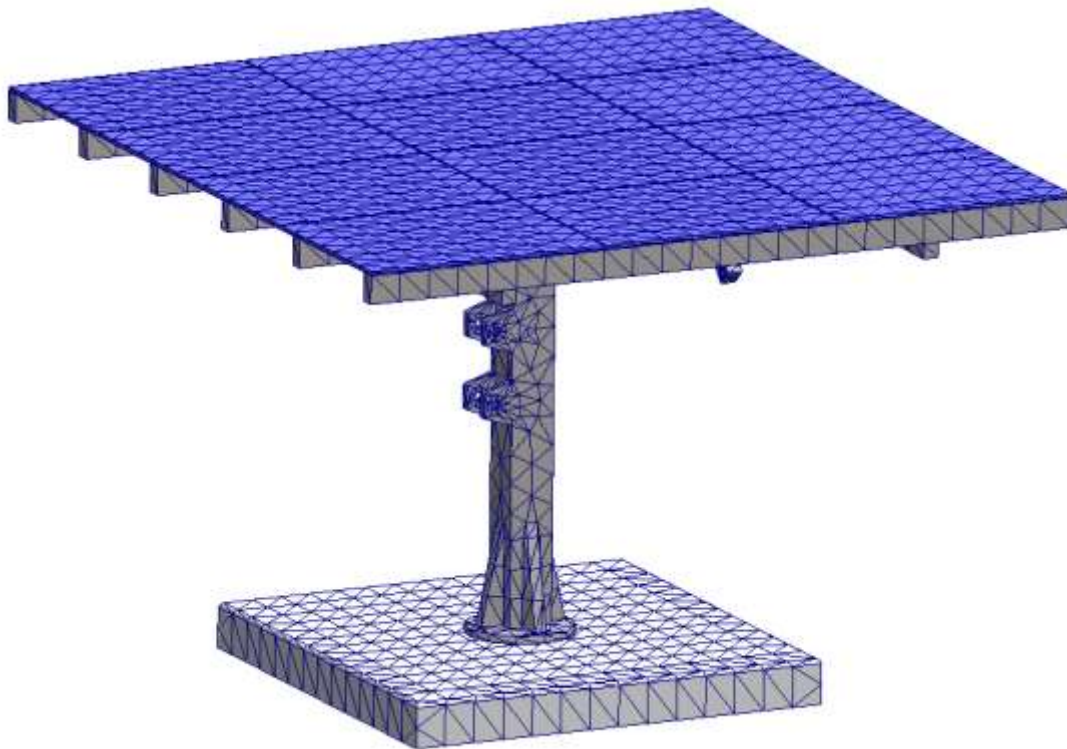


Figura 3.30 Rrjeta (Mesh) e krijuar

9. Për të filluar me simulim, klikojmë butonin “Run This Study” (figura 3.31).



Figura 3.31 Opsioni për fillimin e simulimit

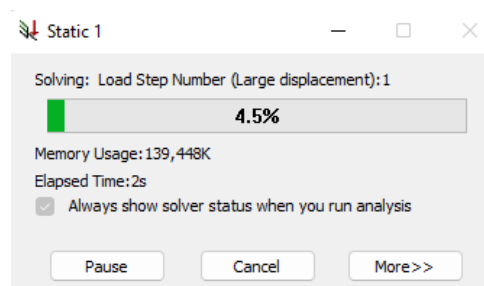


Figura 3.32 Krijimi i simulimit

Rezultatet janë paraqitur në figurën 3.33, dhe kemi 3 të tilla:

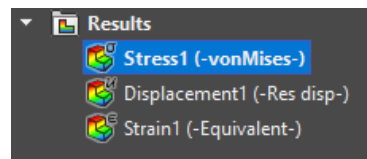


Figura 3.33 Rezultatete nga simulimi

Rezultati i parë: Analizat e Stresit

Rezultatet e simulimit na ndihmojnë të kuptojmë streset dhe deformimet që ndodhin në model dhe mund të përdoren për të optimizuar dizajnin për performancë më të mirë. Në figurën 3.34 është paraqitur 3D modeli me rezultatet e analizave të stresit të cilat paraqiten me disa ngjyra, duke filluar me ngjyrën e kaltërt e cila tregon vendet se ku mekanizmi nuk ka ndryshime apo ndryshimet janë minimale e duke vazhduar deri te ngjyra e kuqe e cila tregon vendet me ndryshimet maksimale të cilat mekanizmi i ka hasur gjatë këtyre analizave. Në figurën 3.34 dhe 3.35 mund të vërejmë që mekanizmi nuk ka ndryshime edhe shumë të mëdha në shtyllat kryesore, gjë e cila është në favorin tonë.

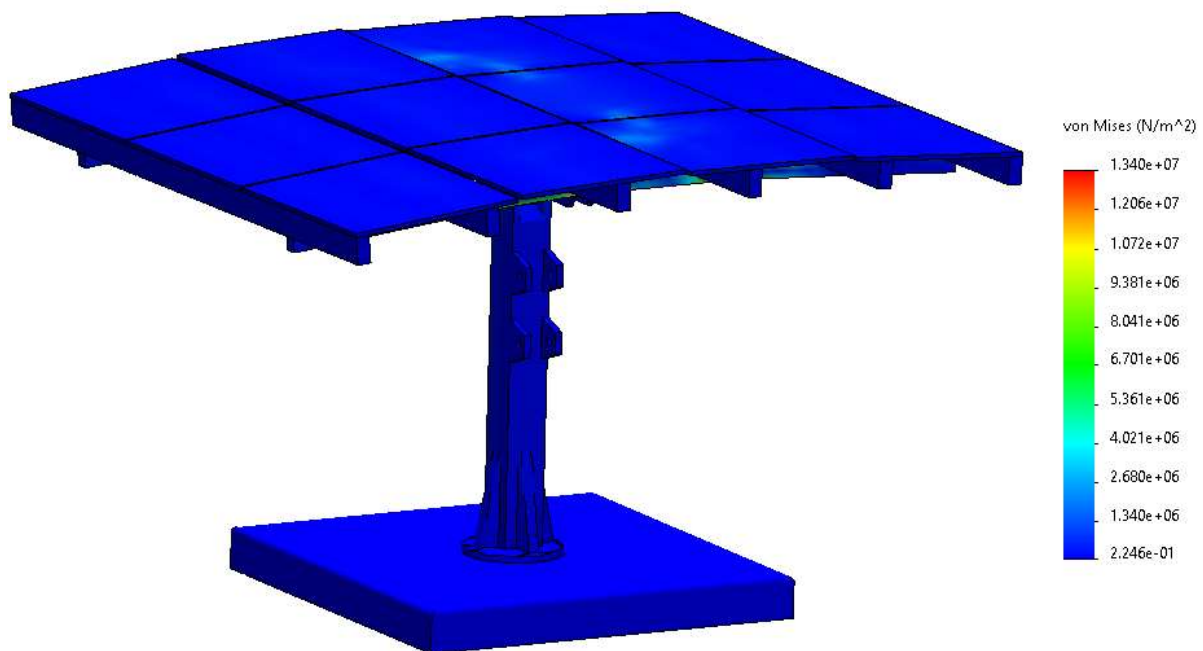


Figura 3.34 Rezultati i analizës së stresit

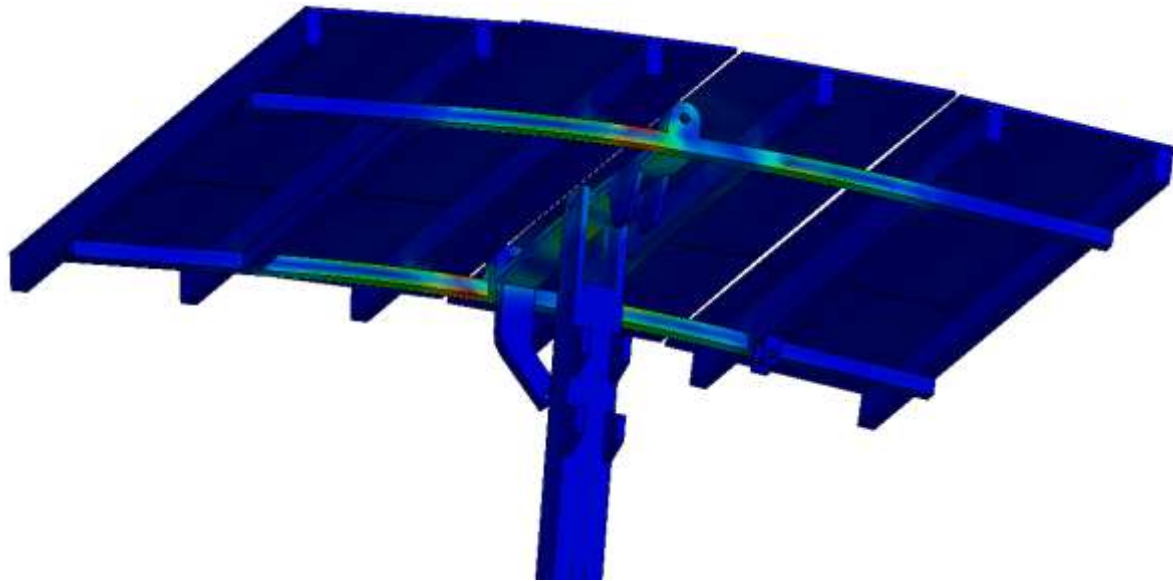


Figura 3.35 Paraqitja e deformimeve nga rezultati i analizës së stresit

Rezultati i dytë: Analizat e zhvendosjes

Analiza e zhvendosjes në Solidworks na lejon të përcaktojmë se sa do të deformohet një pjesë nën ngarkesa dhe kufizime të ndryshme. Kjo analizë na ndihmon të kuptojmë sjelljen e një pjese në kushte të ndryshme, të tilla si ndryshimet e temperaturës ose ngarkesat e jashtme, dhe na lejon të optimizojmë dizajnin për performancë më të mirë. Edhe këto rezultate të këtyre analizave tregohen me anë të ngjyrave dhe në rastin tonë janë paraqitur në figurën 3.36.

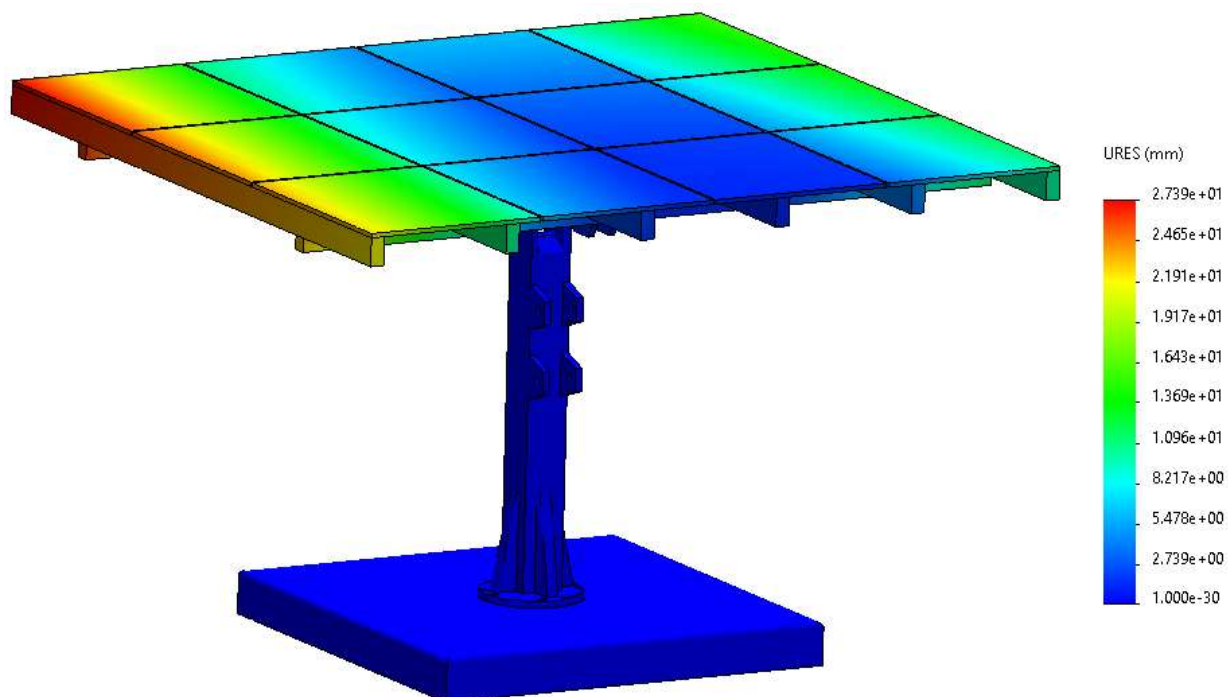


Figura 3.36 Rezultati i analizës së zhvendosjes

Te rezultate e paraqitura në figurën 3.37 mund të vërejmë që në pjesët anësore të mekanizmit kemi nuanca të ndryshme të ngjyrave gjë që tregon se aty është pjesa më e dobët e mekanizmit.

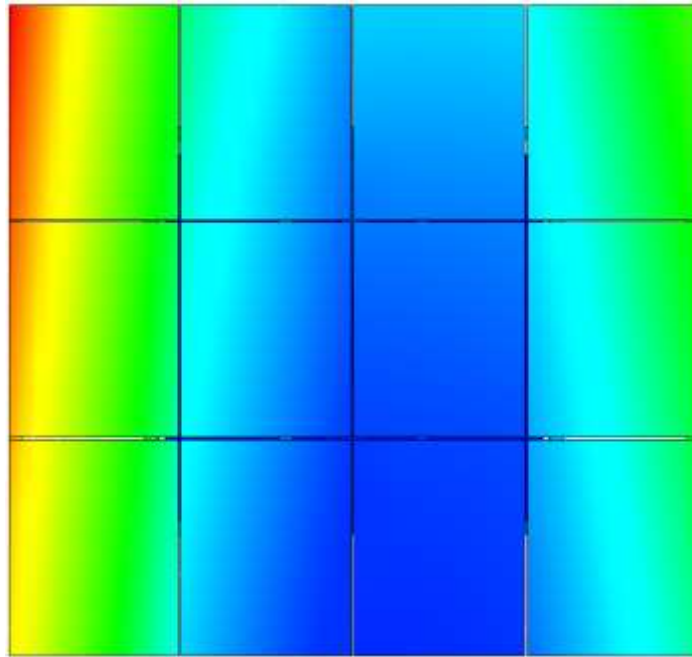


Figura 3.37 Paraqitja e deformimeve nga rezultati i analizës së zhvendosjes

Rezultati i tretë: Analizat e sforcimi

Analiza e sforcimit përdoret për të përcaktuar sasinë e sforcimit, ose ndryshimin në formë, që një pjesë apo mekanizëm do t'i nënshtrohet nën një ngarkesë të caktuar. Ky informacion është i rëndësishëm për përcaktimin e forcës dhe qëndrueshmërisë së një dizajni. Rezultatet e mekanizmit tonë janë paraqitur në figurën 3.38.

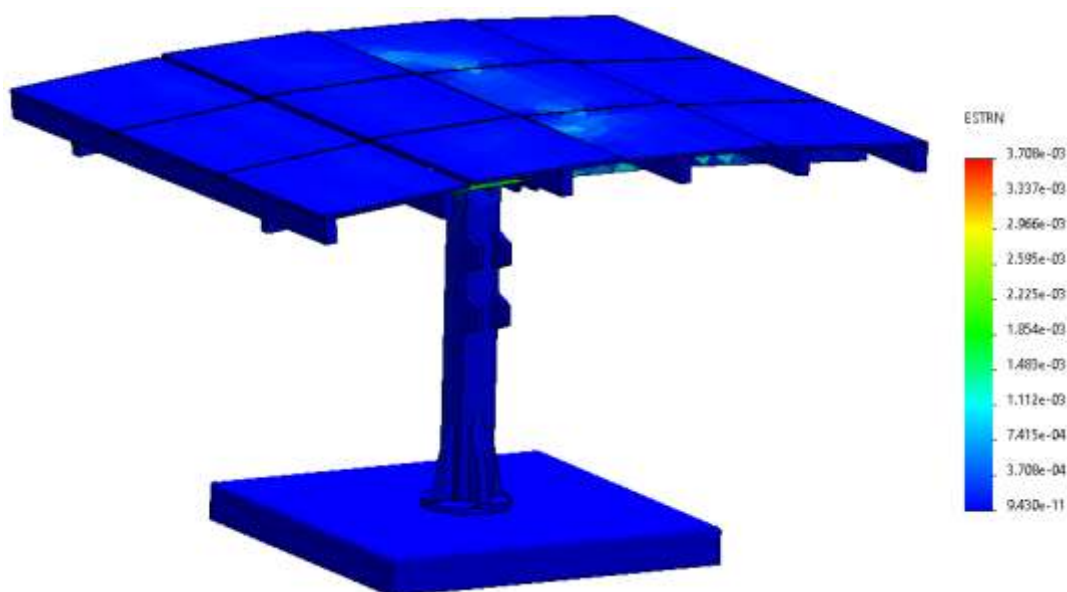


Figura 3.38 Rezultati i analizës së sforcimit

Në figurën 3.39 shihen rezultatet e analizave të sforcimit në pjesën nën panelat solar dhe varësisht nga ngjyra mund të vërehet pjesët më të dobëta të mekanizmit.

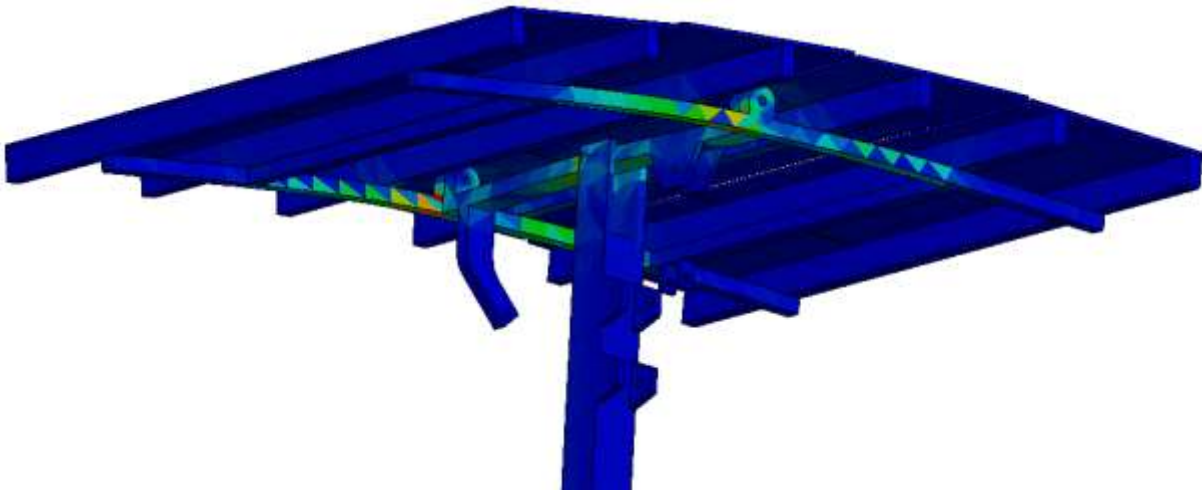


Figura 3.39 Paraqitja e deformimeve nga rezultati i analizës së sforcimit

3.6. Printimi 3D i pjesëve

Printimi 3D është shfaqur është teknikë e prodhimi që mundëson krijimin e pjesëve komplekse dhe të personalizuar me lehtësi relative dhe me një kosto të ulët. Teknologjia është aplikuar në shumë fusha, duke përfshirë industrinë diellore, ku është përdorur për të krijuar panele diellore në miniaturë për aplikime të ndryshme. Në këtë nënkapitull, janë paraqitur printimet 3D të një paneli diellor me bosht të dyfishtë në miniaturë.

Paneli diellor në miniaturë me dy boshte u projektua duke përdorur softuerin SolidWorks, i cili lejonte matje dhe rregullime të sakta dhe të sakta përpara printimit..

Paneli diellor në miniaturë me dy boshte u printua duke përdorur një printer 3D që përdorte teknologjinë e modelimit të depozitimit të shkrirë (FDM). Procesi i printimit FDM përfshinte shkrirjen dhe ekstrudimin e një materiali termoplastik (në këtë rast, PLA) përmes një gryke të nxehtë për të krijuar objektin 3D shtresë pas shtrese. Procesi i printimit zgjati rreth 12 orë për të përfunduar.

Printimi fillon me shtyllën kryesore vertikale e cila do të ketë të gjithë peshën e mekanizmit. Modeli i 3D printuar është paraqitur në figurën 3.40 ku dhe mund të shihen edhe tre kunjat të cilat lidhin pjesët e ndryshme të mekanizmit me shtyllën kryesore vertikale.



Figura 3.40 Shtylla kryesore vertikale

Figura 3.41 paraqet 3D modelin e printuar të shtyllës kryesore horizontale të montuar në shtyllën kryesore vertikale.



Figura 3.41 Shtylla kryesore horizontale dhe ajo vertikale

Mekanizmi i cili i kthen lëvizjet rrotulluese në lëvizje linear, ashtu sic edhe është llogaritur dhe dizajnuar më parë, është paraqitur i montuar në figurën 3.42, kurse pamjet më afër shihen në figurën 3.43 dhe 3.44.



Figura 3.42 Montimi i motorrit dhe mbajtësit të tij

Pas printimit, paneli diellor miniaturë me dy boshte kërkonte përpunim tjetër për të hequr çdo strukturë mbështetëse dhe për të lëmuar çdo sipërfaqe të ashpër. Kjo u arrit përmes lëmimit dhe mbushjes, gjë që ndihmoi në krijimin e një përfundimi më të lëmuar.



Figura 3.43 Pamje e afërt e motorrit 1 me mekanizmin përkatës

Gjithashtu, duke pasur parasysh që dimensionet e printerit nuk kanë pasur hapësirën punuese të mjaftueshme të i printojnë disa pajisje, është dashur të përdoren edhe materiale tjera si maketa (figura 3.45) në mënyrë që të arrihet rezultati i dëshiruar.



Figura 3.44 Pamje e afërt e motorrit 2 me mekanizmin përkatës



Figura 3.45 Mekanizmi në miniaturë i kompletuar

Vendosja e telave është bërë në atë mënyrë që të jenë sa më pak të dukshme dhe të mos pengojnë në lëvizjen e mekanizmit. Mënyra e montimit të sensorit bashkë me rezistor tregohet në figurën 3.46.



Figura 3.46 LDR bashkë me rezistor

Në katër anët e mekanizmit janë të montuar këto sensorë së bashku me rezistorin përkatës të cilët dërgojnë të dhëna në mikrokontroller. Këto të dhëna pastaj procesohen dhe varësisht vlerës së dërguar, mikrokontrolleri e dirigjon motorin adekuat të lëvizë në pozicionin e përcaktuar në kod.

Si rezultat i kufizimeve mekanike dhe elektrike të servo motorit, prototipi nuk ishte në gjendje të rrotullohej përtej 180 shkallëve. Megjithatë, kodi dhe komponentët e tjerë elektronikë funksionuan në mënyrë efektive.

3.7. Algoritmi dhe softueri

Gjurmuesi ynë automatik diellor përbëhet nga komponentë të shumtë, të cilët përfshinin një mikrokontrollues nga familja ATMELE. Duke përdorur këtë mikrokontrollues, kontrolluesi është në gjendje të marrë të dhëna, të lëvizë të gjithë strukturën dhe të gjurmtojë diellin.

Për qëllimin e kodimit, na duhej të përdornim Arduino IDE, i cili është një lloj softueri i veçantë i krijuar posaçërisht për kodimin e mikrokontrolluesve. Programi në thelb është i shkruar në gjuhën C, por për mikrokontrollues, sintaksa është paksa e ndryshme nga kodimi i përgjithshëm

në gjuhë C. Kjo për faktin se mikrokontrolluesi ka kunja që duhet të specifikohen në mënyrë që të marrim hyrje ose dalje nga kunji specifike.

Logjika e funksionimit të algoritmit të mekanizmit si prototip bashkë me lidhjet e tjera paraqitet në figurën 3.47. Në fillim thirren disa librari standarde për t'u përdorur me kodin dhe përcaktohet shpejtësia e mikrokontrolluesit. Duke pasur paraqysh se po përdorim 4 kunja për të marrë hyrjet për dy palë sensorë, është e nevojshme të kuptohet se cili kombinim i të dhënave në hyrje (input), do të tregoj se çfarë duhet bërë. Me 4 të dhëna në hyrje janë të mundshme 16 lloje të ndryshme kombinimesh, kështu që kodi duhet të shkruhet në atë mënyrë që të skanohen të 16 mundësitë përpara se të jepet rezultati për të lëvizur të gjithë strukturën. Secili nga këta kombinime tregon se cili motorr për sa shkallë të lëviz

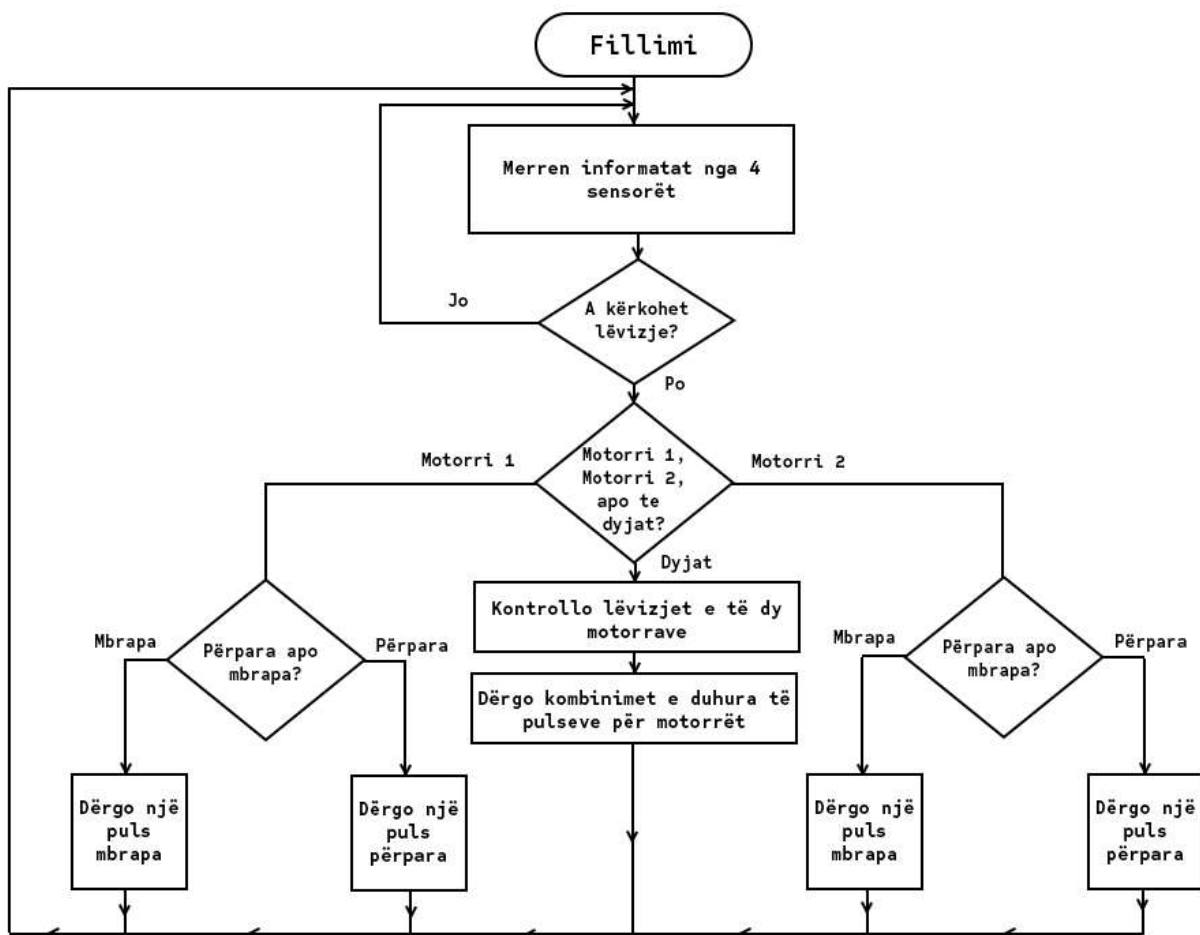


Figura 3.47 Logjika e algoritmit të mekanizmit si prototip

Algoritmi bazohet në vlerat analoge të kthyera nga LDR e majtë dhe LDR e djathtë, si dhe LDR e sipërme dhe LDR e poshtme. Për gjurmimin e azimutit, vlerat mesatare nga dy LDR-të e djathta dhe dy LDR-të e majta krahasohen dhe nëse grupi i majtë i LDR-ve merr më shumë dritë, servo motori horizontal do të lëvizë në atë drejtim (Rrotullohet në drejtim të

akrepave të orës). Nëse grupi i djathtë i LDR-ve merr më shumë dritë, servo motori horizontal lëviz në atë drejtim (Rrotullohet në drejtim të kundërt të akrepave të orës).

Ne përcaktuam gjithashtu rrezatimin mesatar në mes të katër LDR-ve, që në fund të ditës, kur nuk kemi më rreze të diellit, gjurmuesi diellor kthehet në pozicionin e tij fillestar, duke pritur për një ditë të re.

3.8. Kodi

Ndërtimi i softuerit konsiston në kodimin e algoritmit të sistemit të gjurmimit në softuerin Arduino IDE dhe ngarkimin e tij në mikrokontrollues.

3.8.1 Testimi i sensorëve

Pas montimit të sensorëve në pozitat përkatëse është bërë testimi i secilit sensor veç e veç. Testimi është bërë me ndihmën e mikrokontrollerit Arduino Uno dhe duke shënuar programin e paraqitur më poshtë.

Së pari, është përcaktuar një vlerë me emrin *sensorPin* dhe i është caktuar pozita e pinit *A0*, i cila korrespondon me pinin analog në bordin Arduino UNO.

```
int sensorPin = A0;
```

Gjithashtu është përcaktuar një tjetër vlerë me emrin *sensorValue* dhe e inicializojmë atë me vlerën numerike 0. Kjo ndryshore do të përdoret për të ruajtur leximin e sensorit më vonë.

```
int sensorValue = 0;
```

Në funksionin *setup()*, ne inicializojmë komunikimin serial duke thirrur funksionin *Serial.begin()* dhe duke kaluar në një shpejtësi prej 9600 bit për sekondë. Kjo konfiguron kanalin e komunikimit midis bordit Arduino dhe kompjuterit, duke na lejuar të dërgojmë të dhëna në monitorin serik.

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
}
```

Në funksionin *loop()*, ne përdorim funksionin *analogRead()* për të lexuar vlerën nga LDR-ja e lidhur me sensorin e pinit analog. Funksioni *analogRead()* kthen një vlerë midis 0 dhe 1023, që korrespondon me tensionin në pinin analog.

```
void loop() {  
    sensorValue = analogRead(sensorPin);
```

Më pas përdorim funksionin *Serial.print()* për të printuar vargun "Vlera e sensorit:" në monitorin serik. Kjo pasohet nga funksioni *Serial.println()*, i cili printon vlerën e *sensorValue* në monitorin serik në një linjë të re.

```
Serial.println(sensorValue);
```

Së fundi, ne përdorim funksionin *delay()* për të ndalur për 1000 milisekonda (ose 1 sekondë) përpara se të përsërisim ciklin. Kjo vonesë ndihmon për të parandaluar që sensorit të lexohet shumë shpesh, gjë që mund të sjellë zhurmë në sinjal.

```
delay(1000);
```

Me afrimin e një drite dhe me largimin e saj nga sensorit kemi variacion të vlerave ashtu sic shihet në figurën e mëposhtme (figura 3.48).



Figura 3.48 Vlerat e sensorit

3.8.2 Kodi i mekanizmit

Në pika të shkurta në këtë kod, fillimisht përcaktojmë kunjat për 2 servo motorët SG90 dhe 4 sensorët LDR. Më pas krijojmë objekte për servo motorët dhe i bashkojmë në kunjat e tyre përkatëse. Në funksionin *loop()*, lexojmë vlerat e 4 sensorëve LDR dhe i shfaqim ato në monitorin serik. Më pas llogarisim vlerën mesatare LDR dhe e përdorim për të lëvizur servo motorët.

Gjëja e parë që bën kodi është të përfshijë bibliotekat e nevojshme dhe të përcaktoj kunjat për servo motorët dhe sensorët LDR.

```
#include <Servo.h> // Përfshihet biblioteka "Servo"

#define SERVO_1_PIN 5 // Përcaktohet pini për servon 1
#define SERVO_2_PIN 6 // Përcaktohet pini për servon 2
```

```

Servo servo_1;          // Krijohet objekti Servo për servo 1
Servo servo_2;          // Krijohet objekti Servo për servo 1

int ldr1_pin = A0;      // Përcaktohet pini për LDR 1
int ldr2_pin = A1;      // Përcaktohet pini për LDR 2
int ldr3_pin = A2;      // Përcaktohet pini për LDR 3
int ldr4_pin = A3;      // Përcaktohet pini për LDR 4

```

Funksioni *setup()* përdoret për të vendosur kushtet fillestare të tabelës. Këtu, ne fillojmë komunikimin serik dhe bashkojmë dy motorët servo në kunjat e tyre përkatëse.

```

void setup() {
    Serial.begin(9600);    // Fillohet komunikimi serik
    servo_1.attach(SERVO_1_PIN); // Lidhet servo 1 në pinin 5
    servo_2.attach(SERVO_2_PIN); // Lidhet servo 2 në pinin 6
}

```

Funksioni *loop()* thirret në mënyrë të përsëritur nga bordi. Në këtë funksion, ne lexojmë vlerat e 4 sensorëve LDR dhe i shfaqim ato në monitorin serik. Më pas llogarisim vlerën mesatare LDR dhe e përdorim për të lëvizur dy servo motorët.

Nëse vlera mesatare e LDR është më e vogël se 400, do të thotë se drita është shumë e ulët, kështu që ne e kthejmë servo 1 në 0 gradë dhe servo 2 në 90 gradë. Kjo do ta bëjë panelin diellor të kthehet në lindje.

Nëse vlera mesatare e LDR është më e madhe se 600, do të thotë se drita është shumë e lartë, kështu që ne e kthejmë servo 1 në 90 gradë dhe servo 2 në 0 gradë. Kjo do ta bëjë panelin diellor të shikojë nga perëndimi.

Nëse vlera mesatare e LDR është midis 400 dhe 600, kjo do të thotë se drita është në rregull, kështu që ne e kthejmë servo 1 dhe servo 2 në 45 gradë. Kjo do ta bëjë panelin diellor të kthehet në jug.

Më pas presim 0,5 sekonda përpara se të lexojmë sërish sensorët.

Vlerat e përdorura në deklaratat *if* mund të kenë nevojë të rregullohen në varësi të sensorëve specifikë LDR të përdorur dhe kushteve të ndriçimit.

```

void loop() {
    int ldr1_val = analogRead(ldr1_pin);    // Lexohen vlerën e LDR 1
    int ldr2_val = analogRead(ldr2_pin);    // Lexohen vlerën e LDR 2
    int ldr3_val = analogRead(ldr3_pin);    // Lexohen vlerën e LDR 3
    int ldr4_val = analogRead(ldr4_pin);    // Lexohen vlerën e LDR 4
}

```

```
// Shfaq vlerat LDR në monitorin serik
Serial.print("LDR 1: ");
Serial.println(ldr1_val);
Serial.print("LDR 2: ");
Serial.println(ldr2_val);
Serial.print("LDR 3: ");
Serial.println(ldr3_val);
Serial.print("LDR 4: ");
Serial.println(ldr4_val);

// Llogaritet mesatarja e vlerave LDR
int avg_ldr = (ldr1_val + ldr2_val + ldr3_val + ldr4_val) / 4;

// Lëvizet servo bazuar në vlerën mesatare LDR
if (avg_ldr < 400) {      // Nëse drita është shumë e ulët
    servo_1.write(0);    // Kthejeni servo 1 në 0 shkallë
    servo_2.write(90);   // Kthejeni servo 2 në 90 shkallë
} else if (avg_ldr > 600) { // Nëse drita është shumë e lartë
    servo_1.write(90);   // Kthejeni servo 1 në 90 shkallë
    servo_2.write(0);    // Kthejeni servo 2 në 0 shkallë
} else {                // Nëse drita është e mjaftueshme
    servo_1.write(45);   // Kthejeni servo 1 në 45 shkallë
    servo_2.write(45);   // Kthejeni servo 2 në 45 shkallë
}

delay(500); // Presim 0,5 sekonda përpara se të lexohen sërish sensorët
}
```

3.9. Konkluzion

Projekti ka prodhuar një prototip funksional me qëllim për të nxjerrë në pah mekanizmin e zvogëluar të sistemit të gjurmuesit diellor me dy boshte. Mekanizmi i propozuar është zhvilluar duke përdorur pak komponentë dhe me kosto të ulët për të minimizuar koston e sistemit. Mekanizmi u ndërtua dhe funksionon me sukses. Për këtë, si komponentë harduerikë janë përdorur mikrokontrollerin ATmega328, katër sensorë LDR dhe dy servo motorë, kurse kodi në gjuhën C u vendos në mikrokontrolluesin ATmega328 me ndihmën e Arduino IDE. Nga ana tjetër, në këtë punim është projektuar një algoritëm i thjeshtë, i cili bazohet në udhëzime të thjeshta i cili nuk kërkon llogaritje të gjera dhe e bën gjurmuesin diellor të qëndrueshëm dhe të funksionojë me saktësi të lartë.

Përparësitë e gjurmuesit të propozuar me bosht të dyfishtë janë:

- Përdor servomotorë; një alternativë me performancë të lartë si pajisja lëvizëse për panelin diellor dhe konsumon më pak energji në krahasim me motorët stepper Motorët magnet d.c të hapur me ingranazhe.
- Gjurmuesi i propozuar është me kosto efektive; i thjeshtë dhe efikase; funksionon automatikisht.
- Njësia kontrolluese e përdorur është një Arduino Uno me çmim të lirë; një mikrokontrollues me një bord; një platformë elektronike me burim të hapur bazuar në harduer dhe softuer të lehtë për t'u përdorur.

Gjurmuesi diellor i zhvilluar mund të përdoret për prodhimin e energjisë diellore në shkallë të vogël. Mund të përdoret gjithashtu në sistemin diellor të ndriçimit rrugor ose në çdo aplikim tjetër të pavarur diellor

Zbatimi i një sistemi të tillë për një panel të vogël PV mund të konsiderohet gjithashtu si një bazë testimi që lejon përdoruesit (studiuesit, studentët, inxhinierët, etj.) të testojnë dhe zbatojnë algoritmet e tyre në një mënyrë të thjeshtë përpara se të vazhdojnë me zbatimin e një paneli të madh. Pra, efikasiteti i funksionimit të panelit diellor mund të rritet edhe më tej.

4. IMPLEMENTIMI I MEKANIZMIT NË PËRMASA REALE

4.1. Vështrim i përgjithshëm i sistemit dhe vendndodhja

Një mekanizëm gjurmues diellor me dy aks është një sistem që përdoret për të rregulluar pozicionin e paneleve diellore në mënyrë që të optimizohet sasia e energjisë diellore që grumbullohet. Mekanizmi përbëhet nga dy akse rrotullimi: një që gjurmon lëvizjen e diellit nga lindja në perëndim (boshti azimutal) dhe ai që e anon panelin diellor lart ose poshtë për të ndjekur lëvizjen e diellit në qiell (boshti i lartësisë). Duke rregulluar vazhdimisht pozicionin e paneleve diellore bazuar në pozicionin e diellit, një mekanizëm gjurmues diellor me dy boshte mund të rrisë ndjeshëm sasinë e energjisë diellore që grumbullohet në krahasim me panelet diellore fikse.

Ky mekanizëm është i implementuar në afërsi të laboratorëve të Fakultetit të Inxhinierisë Mekanike (figura 4.1).



Figura 4.1 Pamja e laboratorëve (Google Maps)

Në përgjithësi, mekanizmi i gjurmimit diellor me dy boshte është projektuar për të optimizuar sasinë e energjisë diellore që mbledhet duke rregulluar vazhdimisht pozicionin e paneleve diellore bazuar në pozicionin e diellit. Duke vepruar kështu, ai mund të rrisë ndjeshëm efikasitetin e prodhimit të energjisë diellore. Të dhënat mekanike të këtij mekanizmi janë treguar në tabelën e mëposhtme (tabela 4.1) .

Të dhënat mekanike	
Numri i akseve	2 Akse (Dual)
Limiti i këndit të orës	100°
Këndi i lartësisë	15 - 90°
Lloji i motorit të këndit të orës	Motori linear SM4S900M3 me gjatësi 900mm
Lloji i motorit të këndit të lartësisë	Motori linear SM4S900M3 me gjatësi 900mm
Boshti i këndit të orës	Tub katror 140x140mm
Madhësia e strukturës së pasme	5 x 5
Lloji i kapëses së strukturës së pasme	Kapëse gërshërësh me dhëmbëza (60 copë)
Diametri i tubit për montim	Tub katror 200x200mm, H=3500mm (çelik)
Dimensioni maksimal për panelin solar	15 copë me 0.99m x 1.67m, në total 25m ²
Pesha maksimale e panelit solar	15 copë per 23kg
Jetëgjatësia	800-1000h

Tabela 4.1 Të dhënat mekanike [21]

4.2. Komponentet harduerike të mekanizmit dhe montimi i mekanizmit

Në vazhdim janë paraqitur disa detaje mbi komponentët harduerikë të një mekanizmi gjurmues diellor me *dy boshte*:

- **Panele diellore:** Këto janë komponentët kryesorë të sistemit që gjenerojnë energji. Panelet diellore përbëhen nga qeliza fotovoltaike që shndërrojnë dritën e diellit në energji elektrike. Madhësia dhe lloji i paneleve diellore të përdorura është ndikuar nga aplikimi specifik dhe sasia e energjisë që nevojitet për t'u gjeneruar.

- **Motorët:** Këta përdoren për të rrotulluar panelet diellore përgjatë dy akseve të rrotullimit. Motorët janë zakonisht motorë të vegjël, me çift rrotullues të lartë, të cilët janë në gjendje të rrotullojnë panelet diellore me saktësi dhe besueshmëri.

Motorët e përdorur në këtë rast janë nga kompania “LORENTZ” dhe janë adekuat për këtë lloj të mekanizmave. Të dhënat e këtyre motorëve janë:

- ECDRIVE 1800-C
- 1.7 kW / 2.3HP 13.3A
- 30-130V EC PWM 3-Fazor
- 900-3300 min⁻¹ IP68
- 110 Hz FP 0.88 n 92%
- S1 / 50⁰C / 122⁰F
- **Dhëmbëzorët:** Këto janë përdor për të rritur çift rrotulluesin e motorëve dhe për të siguruar kontroll të saktë mbi rrotullimin e paneleve diellore.
- **Sensorët:** Ato përdoren për të matur faktorë të ndryshëm mjedisorë që përdoren për të përcaktuar pozicionin optimal të paneleve diellore. Këtu janë përfshirë sensorë që matin pozicionin e diellit, të tilla si fotodioda ose gjurmues diellor, si dhe sensorë që matin faktorë të tjerë si shpejtësia e erës, temperatura dhe lagështia.
- **Pajisjet e tjera:** Këtu përfshihen komponentët e ndryshëm të harduerit që përdoren për montimin e paneleve diellore dhe motorët në mekanizmin e gjurmimit diellor me bosht të dyfishtë. Kjo mund të përfshijë kllapa, bulona, dado dhe lidhës të tjerë, si dhe çdo komponent strukturor shtesë që nevojitet për të mbështetur peshën e paneleve diellore dhe motorëve.

Sa i përket montimit të mekanizmit, duhet të sigurohemi që i kemi të gjitha pjesët që do të na nevojiten gjatë punës. Pastaj, ndjekim hapat si më poshtë [22]

Hapi 1:

- Duhet të zgjidhet një vend ku nuk fryn shumë erë.
- Hapet një gropë në tokë ku vendosen gypat për kabllon e furnizimit me energji elektrike, kabllon lidhëse të inverterit të tensionit dhe kabllon e komunikimit RS485.
- Mbulohet gropa e hapur dhe fortësohet ambienti rreth saj.
- Vendoset blloku i betonit (*figura 4.2*) në vend duke marr parasysh dimensionet e përmendura më lartë.

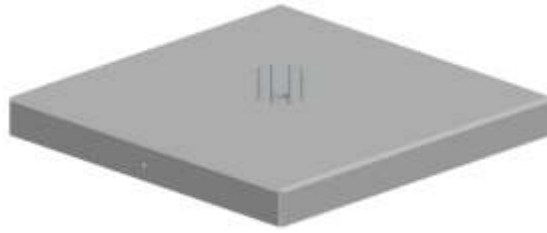


Figura 4.2 Blloku i betonit

Hapi 2:

- Shtylla kryesore vertikale e mekanizmit montohet mbi pllakën e betonit (figura 4.3).
- Montohen dadot dhe bulonat duke u siguruar që janë të shtrenguara aq sa duhet.

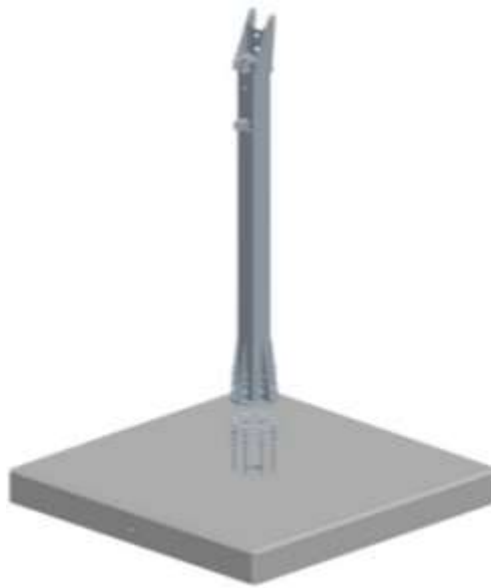


Figura 4.3 Shtylla kryesore vertikale

Hapi 3:

- Bëhet montimi si në figurën 4.4.

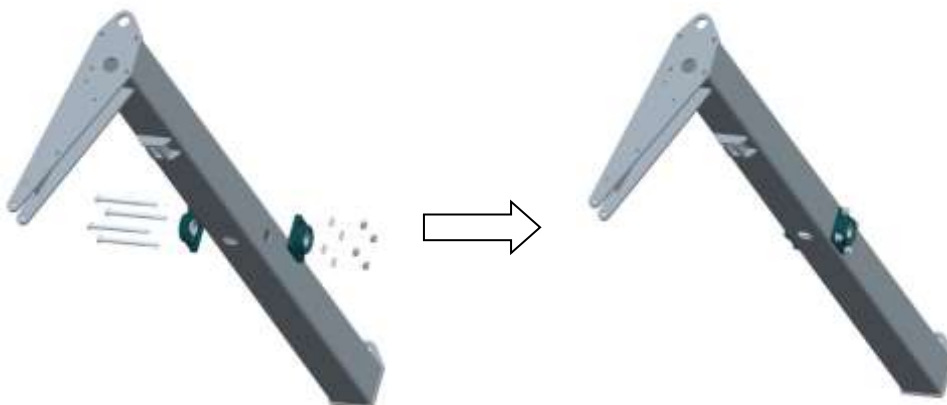


Figura 4.4 Montimi i pjesëve lidhëse

Hapi 4:

- Bëhet montimi si në figurën 4.5 dhe 4.6.



Figura 4.5 Montimi i shtyllës horizontale

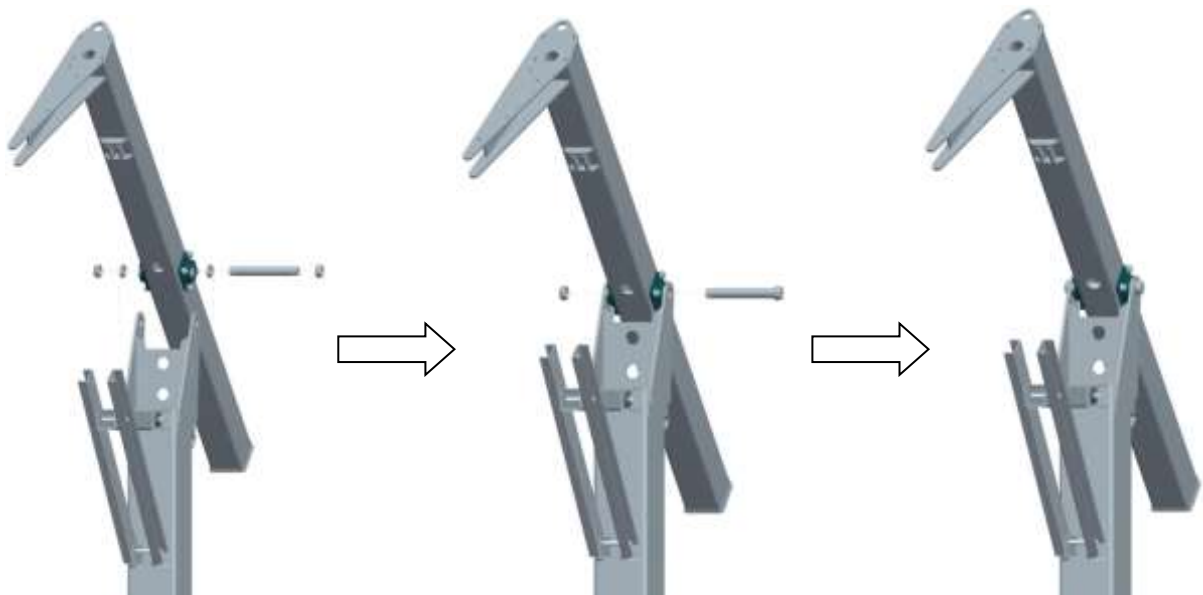


Figura 4.6 Vendosja e kunjit kryesor

Hapi 5:

- Fillimisht montohet kapësja rrëshqitëse në motorin linear siç tregohet në figurën 4.7 dhe 4.8.

- Rekomandohet që vidha të shtrëngohet me moment rrotullues prej 40 NM.
- Kontrollohet që vidha të jetë plotësisht e futur në vrimën e kapëses rrëshqitëse, por duhet të kemi kujdes që kapësja rrëshqitëse me motor linear ende të mund të rrotullohet rreth kunjit.

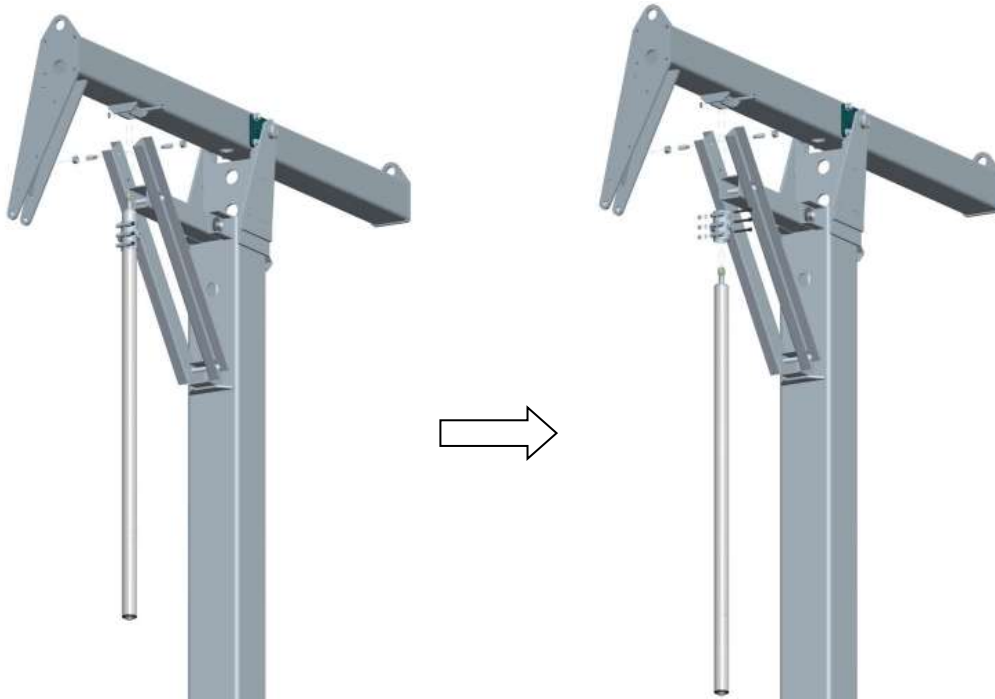


Figura 4.7 Montimi i motorit A

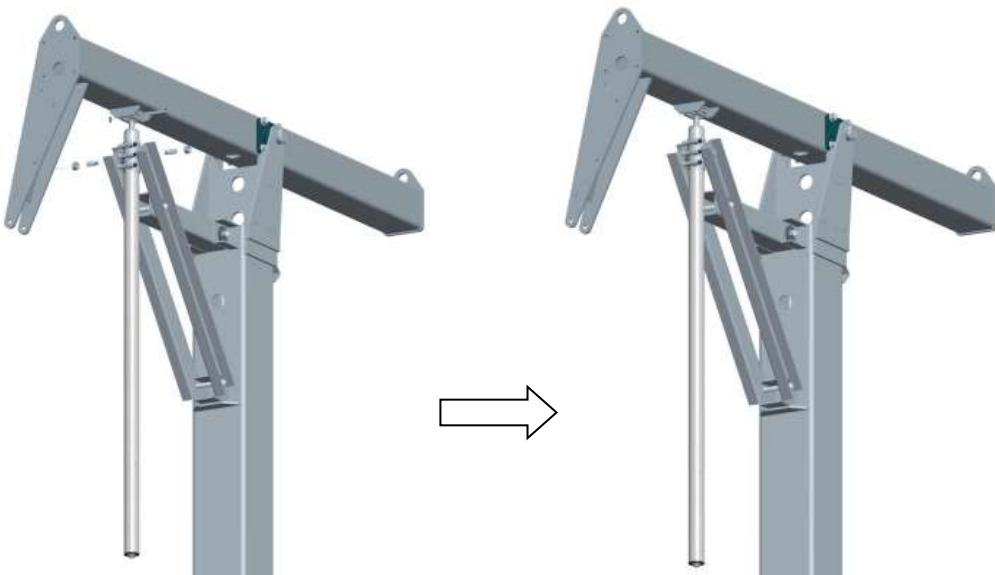


Figura 4.8 Fiksimi i motorit A

Hapi 6:

- Bëhet montimi si në figurën 4.9.
- Duhet të sigurohemi që konstruksioni të mos jetë i shtrembëruar.

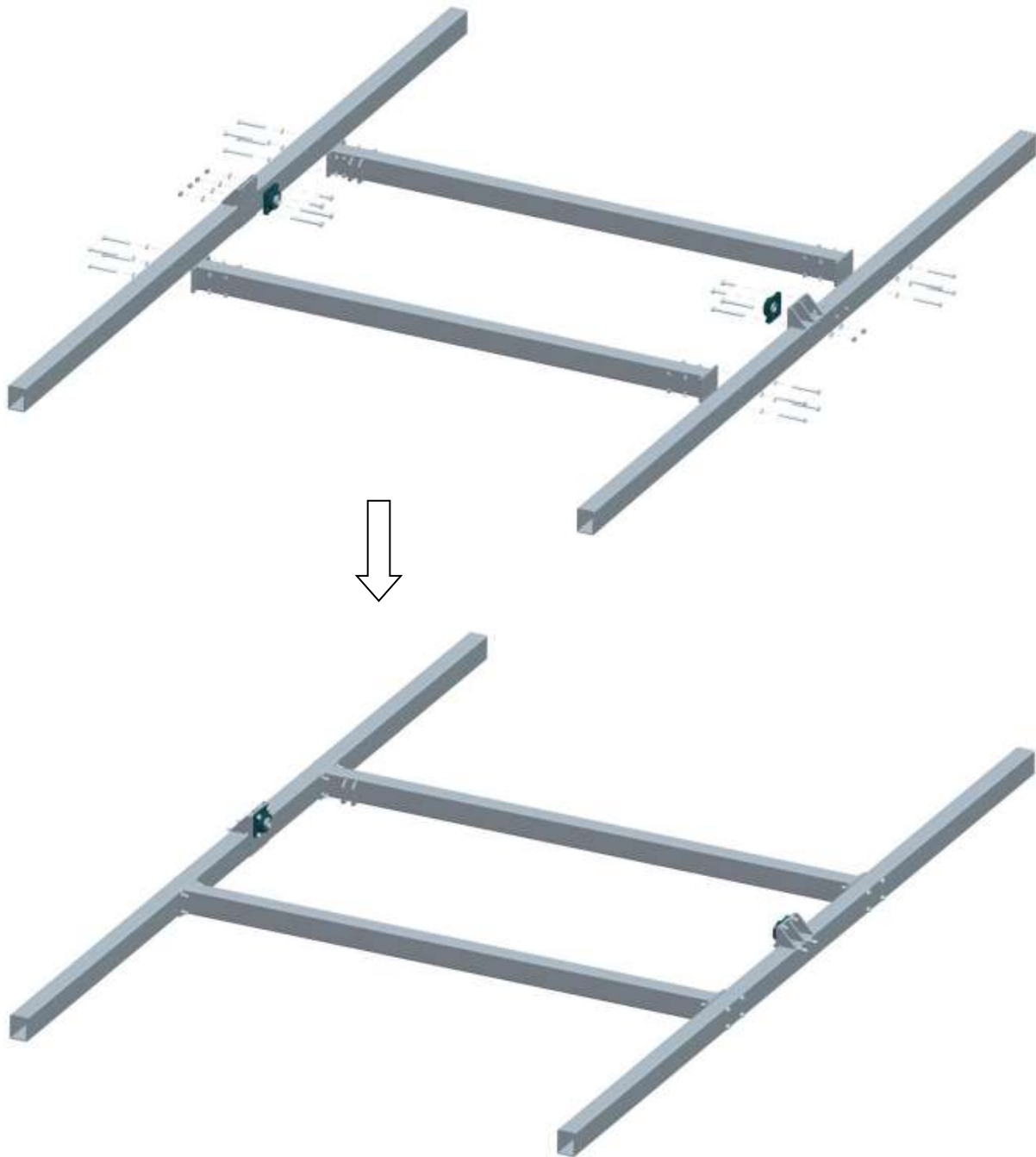


Figura 4.9 Montimi i konstruksionit

Hapi 7 (figura 4.10 & 4.11):

- Duhet të montohen në mënyrë simetrike në të dyja anët.
- Dadot rekomandohet të shtrëngohen me çift rrotullues prej 100 NM.

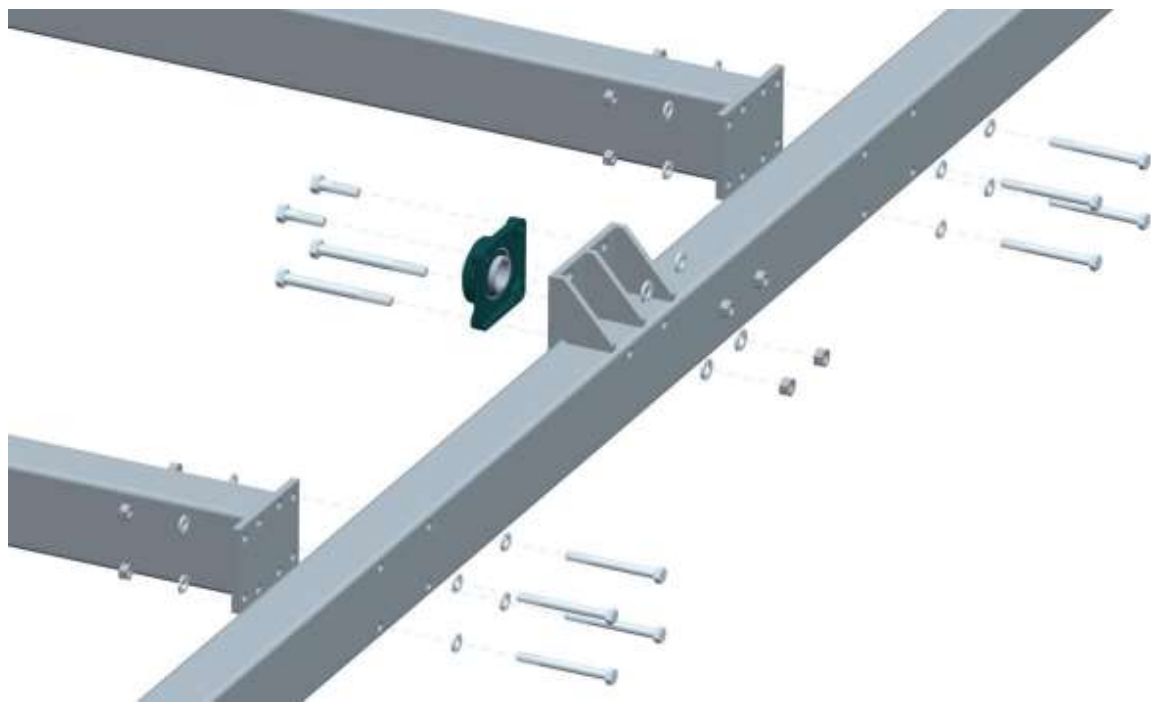


Figura 4.10 Fiksimi i konstruksionit



Figura 4.11 Konstruksioni

- Montimi vazhdohet si në vijim (figura 4.10 – 4.17)



Figura 4.12 Vendi ku do të montohet konstruksioni

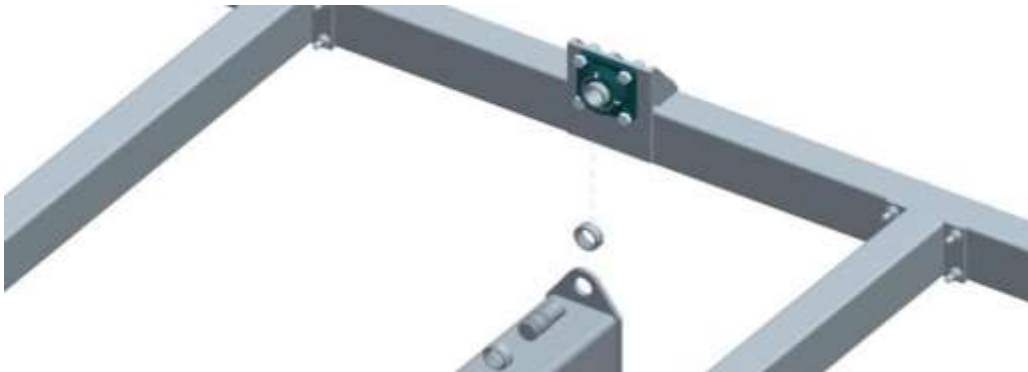


Figura 4.13 Montimi i unazave lidhëse

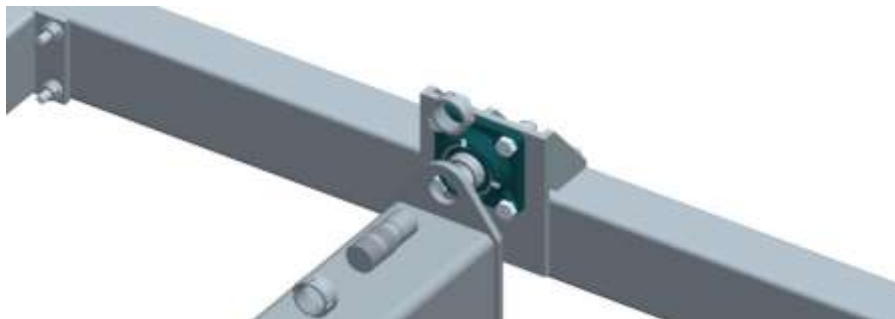


Figura 4.14 Montimi i kunjit

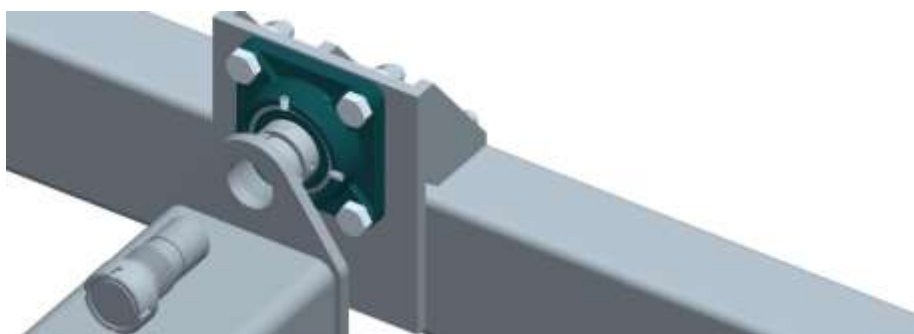


Figura 4.15 Lidhja e profileve mes vete



Figura 4.16 Profilet e lidhura



Figura 4.17 Konstruksioni i montuar

Hapi 8:

- Fillimisht montohet kapësja rrëshqitëse në motorin linear (figura 4.18 & 4.19).
- Vidha rekomandohet të ngushtohet me moment rrotullues prej 40 NM.
- Kontrollohet që vidha të jetë plotësisht e futur në vrimën e kapëses rrëshqitëse, por duhet të kemi kujdes që kapësja rrëshqitëse me motor linear ende të mund të rrotullohet rreth kunjit.

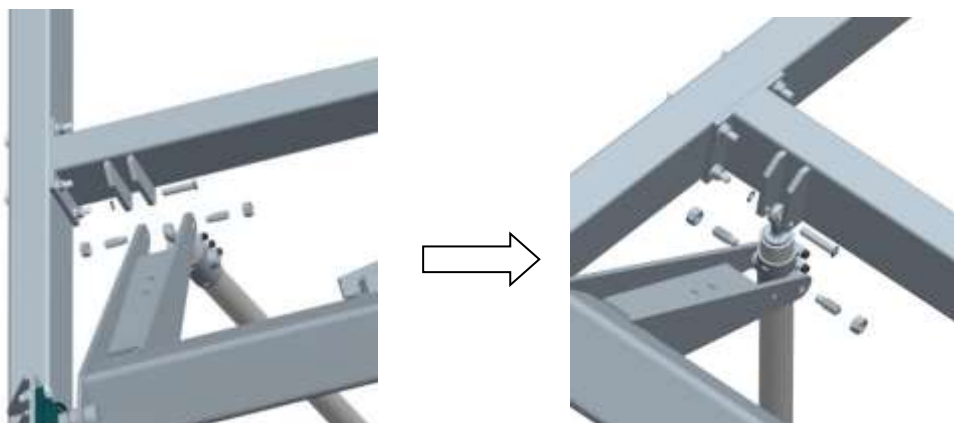


Figura 4.18 Montimi i motorit B



Figura 4.19 Motori B i montuar

Hapi 9:

- Në këtë hap së pari montohet kutia me paisjet elektrike së bashku me kabllot e motorëve linear (figura 4.20).
- Vidhat shtrëngohet shumë lehtë, mjaftueshëm që kutia të qëndrojë stabile.
- Vendi se ku do të lidhen kabllot e motorëve është e shënuar brenda kutisë elektrike.
- E lidhim kompjuterin personal me kabllon USB.



Figura 4.20 Konstruksioni me dy motorët e montuar

- Çaktivizojmë opsionin “Gjurmime automatik” dhe gjejmë pozicionet referuese të secilit motor.

- Pasi të ketë përfunduar i gjithë sinkronizimi, fillojmë me shtrirjen horizontale të konstruksionit me ndihmën e të dy motorëve dhe më pas shkëpusim kompjuterin dhe e ndalim furnizimin me energji elektrike

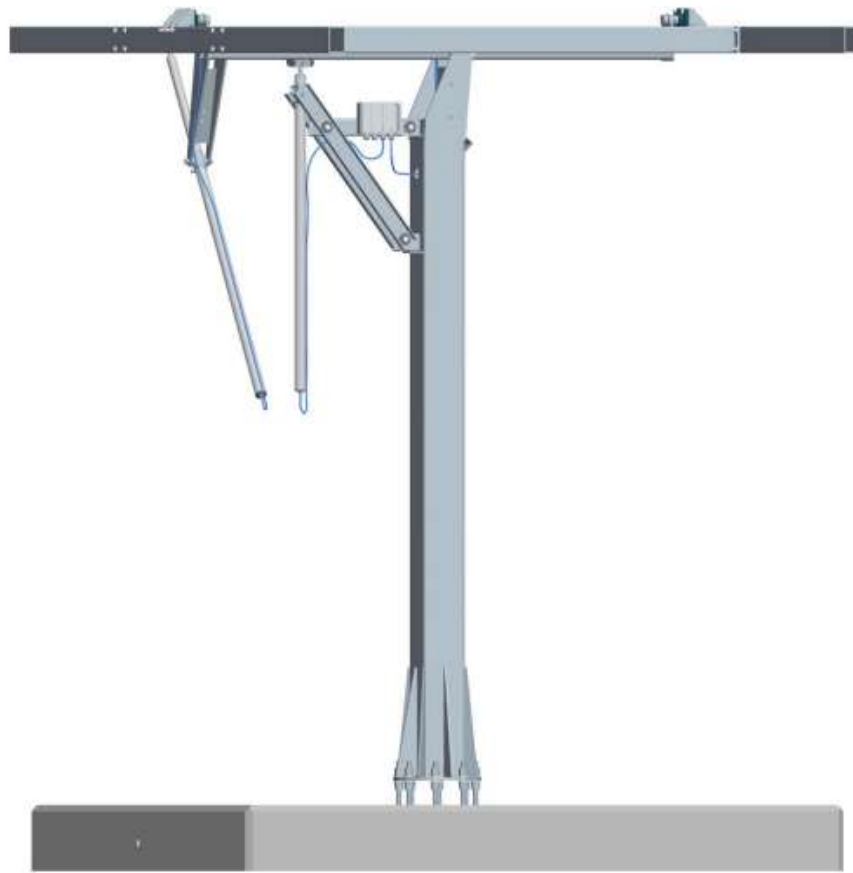


Figura 4.21 Konstruksioni

Hapi 10:

- Më tej montohen 6 copët e tubave si në figurën 4.22 dhe 4.23.

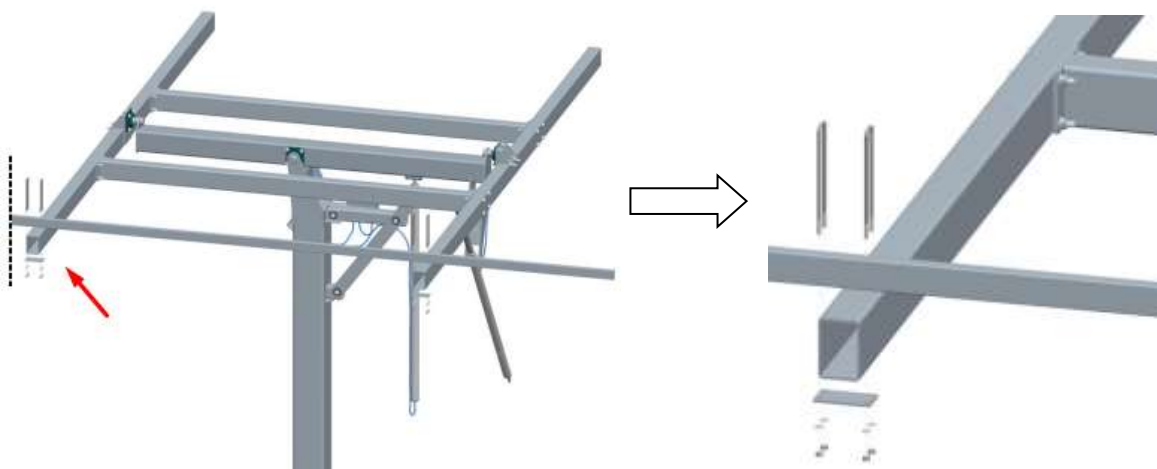


Figura 4.22 Lidhja e profilave mes vete

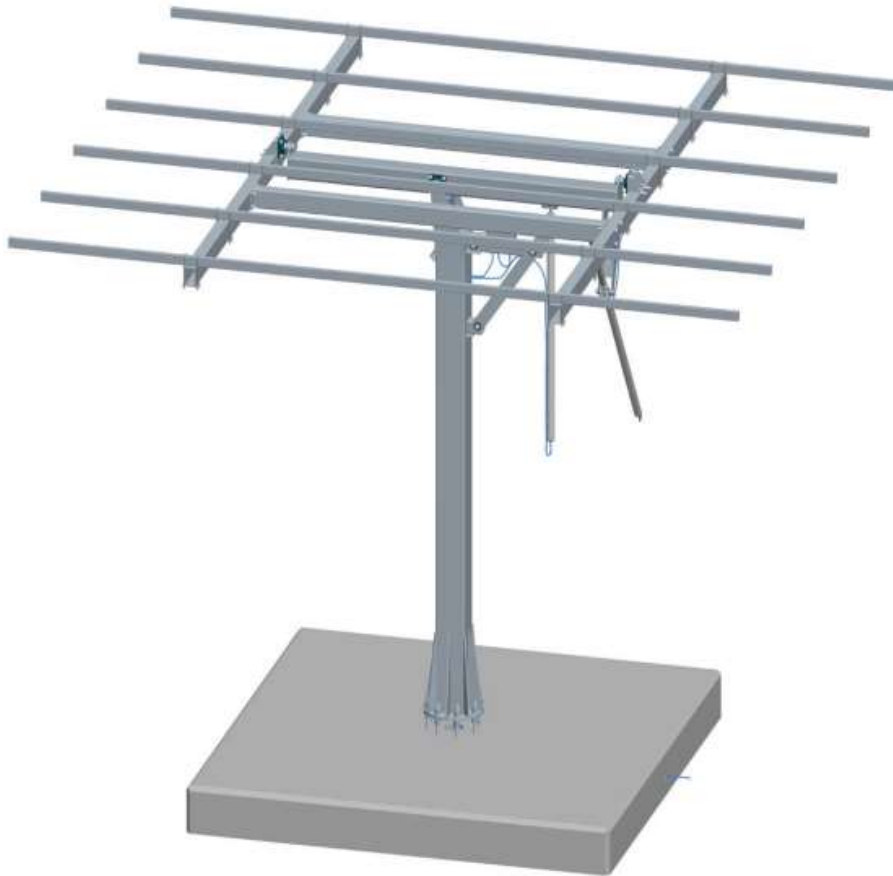


Figura 4.23 Profilat e lidhura mes vete

Hapi 11 (figura 4.24 – 4.30):

- Kapeni panelin diellor me kapësen e dhëmbëzuar dhe fiksoni atë me vidë, katër herë për një panel në çdo pikë tërthore.
- Përsëriteni këtë 15 herë për 15 panele diellore.



Figura 4.24 Pamje e afërt e mekanizmit

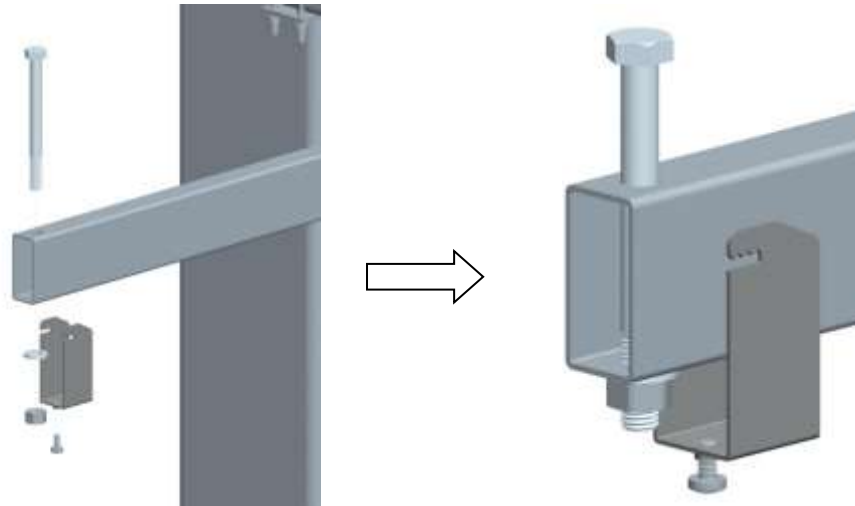


Figura 4.25 Vidha me kapësen e dhëmbëzuar

Hapi 12:

- Tani është radha e panelave solar. Fillojmë me montimin e panelave si më poshtë:

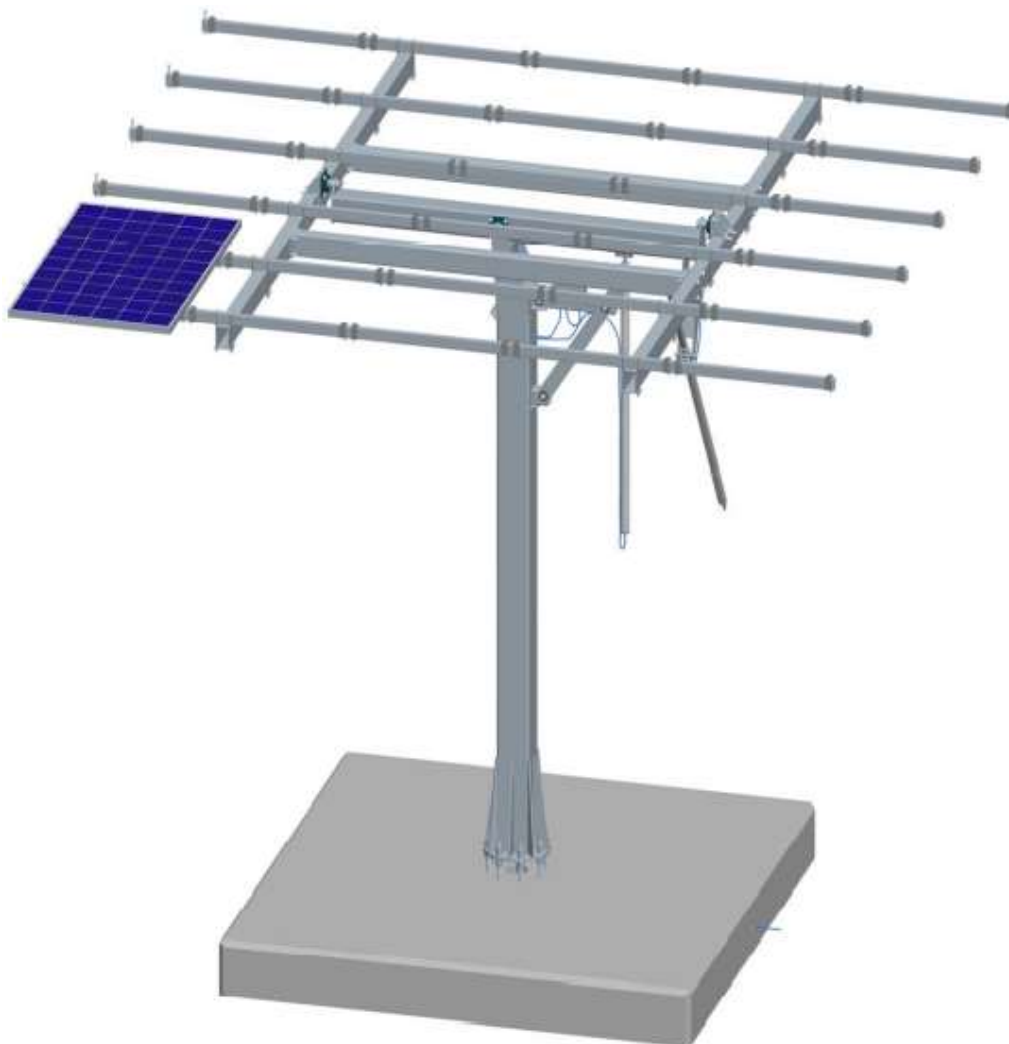


Figura 4.26 Montimi i paneleve solare



Figura 4.27 Fiksimi i paneleve solare



Figura 4.28 Panelet solare të montuara



Figura 4.29 Pamja anësore e mekanizmit të përfunduar

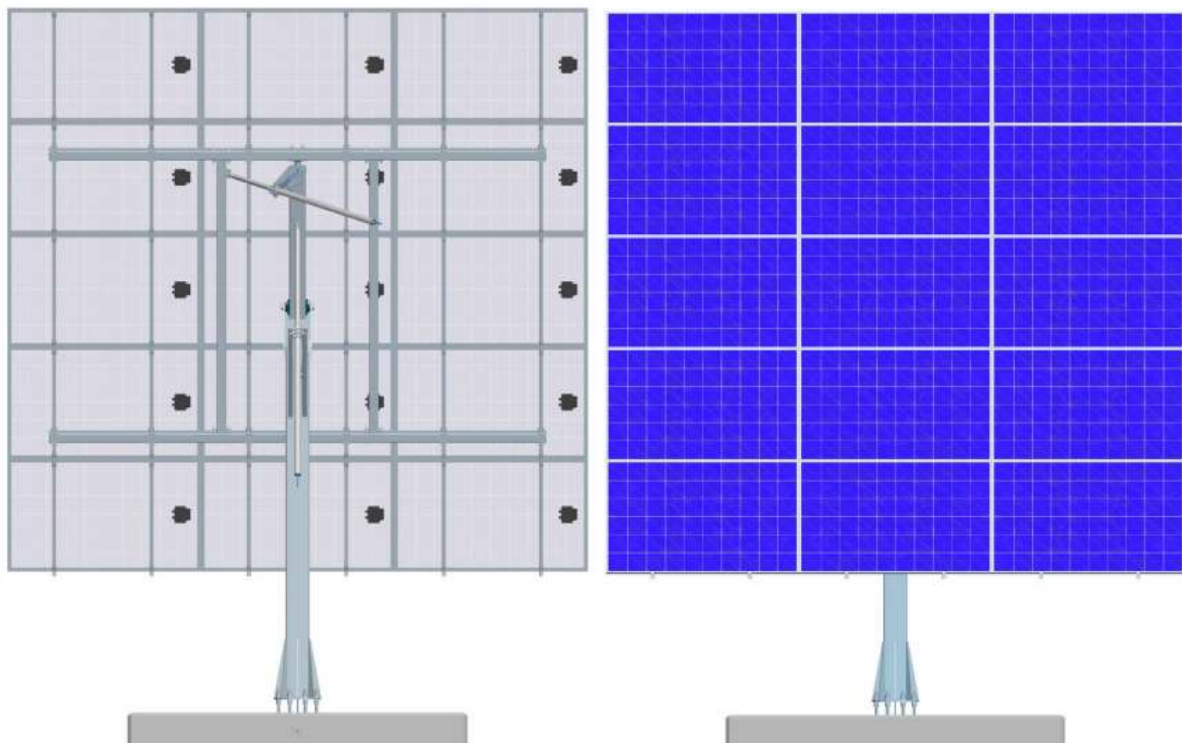


Figura 4.30 Pamja para dhe prapa e mekanizmit të përfunduar

4.3. Integrimi i sistemit

Integrimi i sistemit i referohet procesit të bashkimit të të gjithë komponentëve të harduerit dhe softuerit të një mekanizmi gjurmues diellor me dy bosht dhe testimit të tyre si një sistem i plotë. Ky proces zakonisht përfshin integrimin e komponentëve të harduerit (të tilla si panelet diellore, motorët dhe sensorët) me sistemin e kontrollit (i cili përfshin mikrokontrolluesin ose kompjuterin dhe çdo komponent softuer), dhe verifikimin që sistemi funksionon saktë dhe plotëson kriteret e dëshiruara të performancës.

Fillimisht duhet të gjendet pozita e saktë për vendosjen e mekanizmit. Në rastin tonë mekanizmi duhet të jetë i kthyer në drejtimin Veri – Jug (North - South). Vendosja në atë drejtim është bërë duke u orientuar me murin e objektit të laboratoreve dhe duke e marr një kënd prej 28 shkallë (si në figurën 4.31).

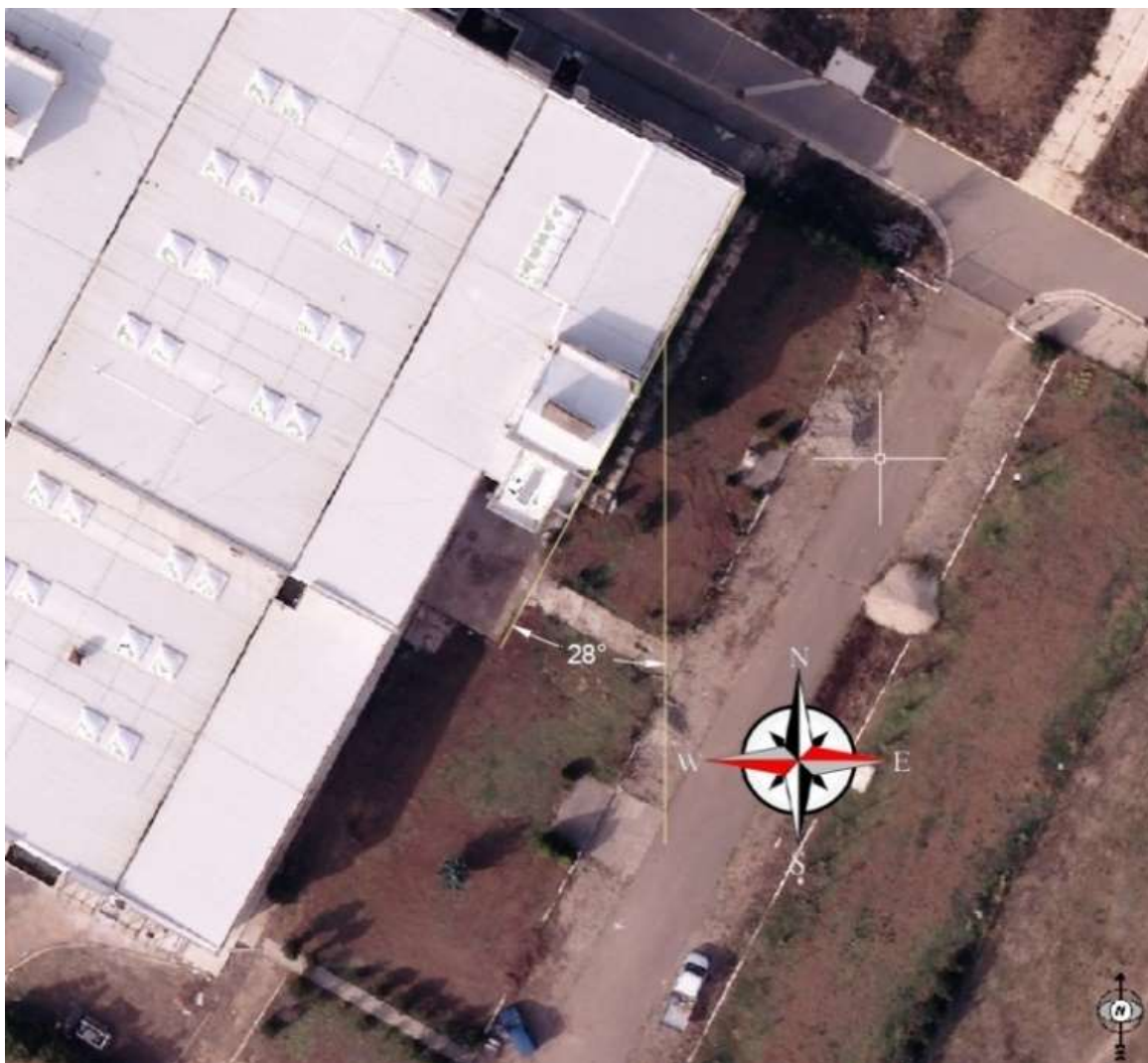


Figura 4.31 Përcaktimi i këndit të drejtimit të mekanizmit [23]

Pas gjetjes së pozitës ideale, këtu janë treguar disa shembuj të detyrave që janë përfshirë në integrimin e këtij mekanizmi:

- **Montimi i komponentëve të harduerit:** Kjo përfshin instalimin fizik të paneleve diellore, motorëve, sensorëve dhe komponentëve të tjerë të harduerit në mekanizmin e gjurmimit diellor me bosht të dyfishtë dhe sigurimin që ato të jenë montuar dhe lidhur mirë.
- **Konfigurimi i sistemit të kontrollit:** Kjo përfshin konfigurimin e mikrokontrolluesit ose kompjuterit dhe instalimin e çdo komponenti të nevojshëm të softuerit (si sistemet operative, gjuhët e programimit dhe bibliotekat ose kornizat).
- **Testimi i sistemit:** Kjo përfshin kryerjen e testeve të ndryshme për të verifikuar nëse sistemi funksionon saktë dhe përmbush kriteret e dëshiruara të performancës. Këto teste përfshijnë verifikimin që panelet diellore po gjurmojnë saktë pozicionin e diellit, kontrollin që motorët po rrotullohen pa probleme dhe saktësi dhe verifikimin që sistemi i kontrollit po përpunon saktë të dhënat e sensorit dhe po lëshon komandat e kontrollit.
- **Korrigjimi dhe zgjidhja e problemeve:** Kjo përfshin identifikimin dhe rregullimin e çdo problemi ose problemi që është hasur gjatë procesit të testimit.

Pastaj fillojmë me vendosjen e betonit ashtu sic është paraqitur në figurën 4.32.



Figura 4.32 Vendosja e betonit

Montimi vazhdon duke montuar shtyllën kryesore vertikale në vendin e caktuar mbi beton, ashtu sic edhe është paraqitur në figurën 4.33.



Figura 4.33 Shtylla kryesore vertikale e montuar mbi bazën e betonit

Në mënyrë që mekanizmi të lëviz në mënyrë horizontale, duhet të montohet edhe shtylla horizontale e cila do ta lëviz mekanizmin në aksin horizontal.



Figura 4.34 Shtylla kryesore horizontale

Pas montimit të shtyllave kryesore, vjen radha e lidhjes së profilave të cilët do të mbajnë panelet solare ashtu sic është paraqitur në figurën 4.35.



Figura 4.35 Lidhja e profileve dhe ndërtimi i konstruksionit për mbajtjen e paneleve

Hapi i fundit është montimi i panelave solar. Montimi i tyre është paraqitur hap pas hapi në kapitujt paraprak, kurse pamja përfundimtare e tyre është paraqitur në figurën 4.36.



Figura 4.36 Montimi i paneleve solare dhe mekanizmi i kompletuar

Gjithashtu, në figurën 4.37 është paraqitur edhe bora e improvizuar mbi mekanizmin e montuar. Detaje matematikore janë bashkangjitur në fund të punimit si shtojcë.



Figura 4.37 Mekanizmi final me borën e improvizuar

Në përgjithësi, procesi i integrit të sistemit është një hap i rëndësishëm për të siguruar që një mekanizëm gjurmues diellor me bosht të dyfishtë është gati për t'u vendosur në një

mjedis të botës reale. Ndhmon për të siguruar që sistemi është i besueshëm, efektiv dhe efikas, dhe se është në gjendje të përmbushë kriteret e dëshiruara të performancës.

4.4. Algoritmet e kontrollit dhe kalibrimi i mekanizmit

Algoritmet e kontrollit të një mekanizmi gjurmues diellor me dy boshte janë përgjegjës për përcaktimin e pozicionit optimal të paneleve diellore bazuar në pozicionin e diellit dhe faktorë të tjerë mjedisorë. Këto algoritme mund të zbatohen duke përdorur modele matematikore ose metoda të tjera, dhe zakonisht ekzekutohen nga sistemi i kontrollit të mekanizmit të gjurmimit diellor me bosht të dyfishtë.

Në rastin tonë kalibrimi është bërë duke e përdor softuerin “Sat Control d.o.o. – Helios Analytics 2.0.17” dritarja kryesore e të cilit është paraqitur në figurën 4.38. [24]



Figura 4.38 Dritarja kryesore e softuerit

Janë disa shembuj të algoritmeve të kontrollit që mund të përdoren në një sistem gjurmimi diellor me bosht të dyfishtë. Disa prej tyre janë:

- **Algoritmet e parashikimit të pozicionit të diellit:** përdoren për të parashikuar pozicionin e diellit në qiell bazuar në kohën e ditës, gjerësinë dhe gjatësinë e vendndodhjes dhe faktorë të tjerë. Këto algoritme mund të përdorin modele ose metoda të ndryshme matematikore për të bërë këto parashikime, të tilla si lartësia e diellit dhe këndet e azimutit.

- **Algoritmet e optimizimit të pozicionit të paneleve diellore:** përdoren për të përcaktuar pozicionin optimal të paneleve diellore bazuar në pozicionin e parashikuar të diellit dhe faktorë të tjerë si shpejtësia dhe temperatura e erës. Këto algoritme mund të përdorin teknika të ndryshme optimizimi, të tilla si zbritja e gradientit ose algoritmet evolucionare, për të gjetur pozicionin që maksimizon sasinë e energjisë diellore që mblidhet.
- **Algoritmet e lakut (loop) të kontrollit:** janë përgjegjëse për rregullimin e vazhdueshëm të pozicionit të paneleve diellore bazuar në daljen e parashikimit të pozicionit të diellit dhe algoritmeve të optimizimit të pozicionit të panelit diellor. Këto algoritme mund të përdorin metoda të kontrollit të reagimit, të tilla si kontrolli PID (proporcional-integral-derivativ).
- **Algoritmet me output të sensorëve:** punojnë duke marr të dhëna nga sensorët të cilat përpunohen nga mikrokontrolleri me anë të së cilit bëhet kontrollimi i motorëve me ç'rast mekanizmi pozicionohet në atë pozitë që rrezet e diellit të bien sa më pingul në panelet solare.

4.4.1 Mënyra e konfigurimit të softuerit

Softueri shkarkohet nga uebfaqja www.solar-motors.com. Pas përfundimit të shkarkimit të softuerit, e hapim atë me ç'rast do të na hapet dritarja si më poshtë:



Figura 4.39 Zgjedhja e portit të laptopit

Te opsioni “Port” zgjedhim Portin e laptopit në të cilin e kemi të lidhur mikrokontrollerin e mekanizmit. Gjithashtu, mund të kontrollojmë portin e duhur duke i ndjekur këta hapa:

Start – Computer Management – Ports (COM & LPT) – kontrollojmë për “STMicroelectronics Virtual COM port (COMx)” (ku “x” është një numër), pastaj klikojmë në butonin “Connect” (figura 4.40)

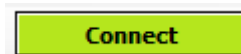


Figura 4.40 Butoni “Connect”

Nëse dëshirojmë ta shkëpusim lidhjen klikojmë në butonin “Disconnect” i cili është paraqitur në figurën 4.41.



Figura 4.41 “COM19” tregon që sistemi është lidhur me laptop

Hapi i radhës është ndalja e “Gjurmimit automatik” nëse ajo veç është e aktivizuar (figura 4.42)

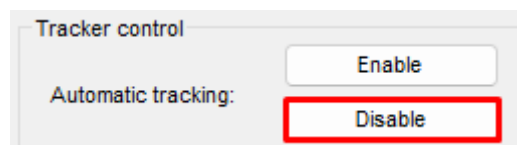


Figura 4.42 Opsionet e gjurmimit automatik



Figura 4.43 Konfirmimi për ndaljen e gjurmimit automatik

Vazhdojmë me kalibrimin e motorrave A dhe B. Kalibrimi bëhet duke krijuar referencat e të dy motorrëve, figura 4.44.

Klikojmë opsionin “Do reference A” në mënyrë që të gjejmë një pozicion kalibrues për motorrin A. Kur motorri A ndalet, fillojmë procesin për motorrin B duke klikuar në opsionin “Do reference B”.

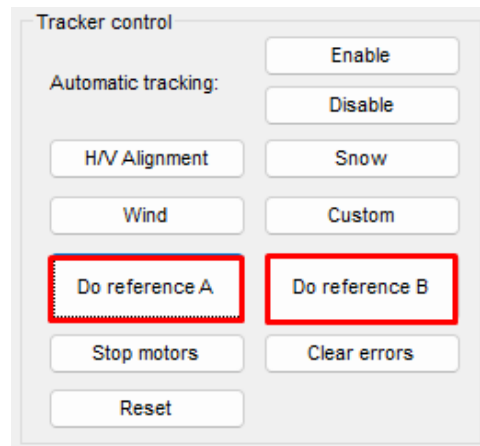


Figura 4.44 Kalibrimi i motorave

Hapi i radhës është sinkronizoni kohën, vendosni gjatësinë dhe gjerësinë dhe zonën kohore të pozicionit të gjurmuesit tuaj diellor. Kjo arrihet duke klikuar në opsionin “Sync time” ashtu sic është paraqitur në figurën 4.45.

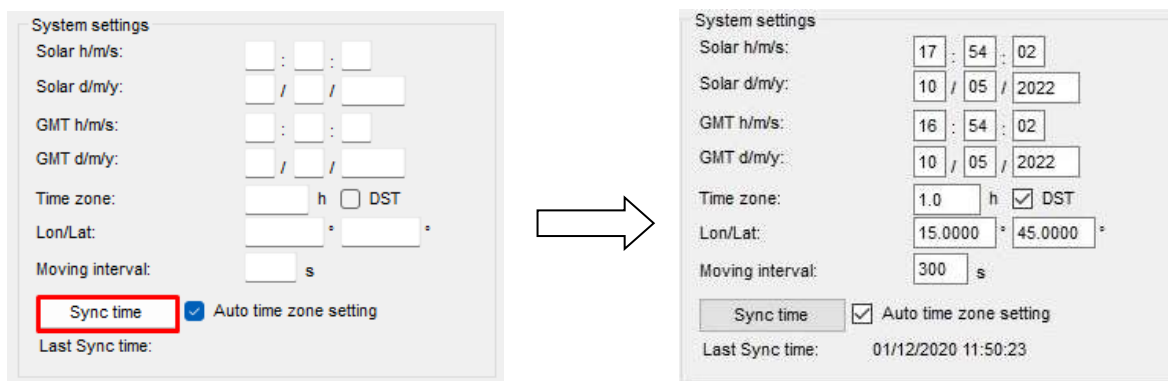


Figura 4.45 Sinkronizimi i kohës

Kur kalibrimi përfundon dhe motorrët ndalen, klikojmë në opsionin “H/V alignment” (figura 4.46) i cili do të na filloj shtrirjen horizontale.

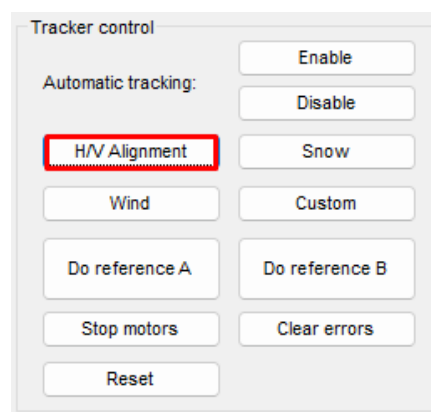


Figura 4.46 Opsioni “H/V Alignment”

Në këtë rast motorrët do të fillojnë të lëvizin dhe kur të ndalen, bëjmë kalibrimin mekanik në mënyrë që të lirojmë kapësen e pjesës së statorit të motorit linear; më pas rregullojmë pllakën me panelet diellore ku e kthejmë plotësisht horizontalisht. Në momentin e shtrirjes horizontale, kontrollojmë nëse parametri Min. diapazoni A është zero dhe parametri Min. diapazoni B është zero te opsioni "Avanced". Kur nuk janë zero, atëherë i vendosim në zero (të dyja), figura 4.47.

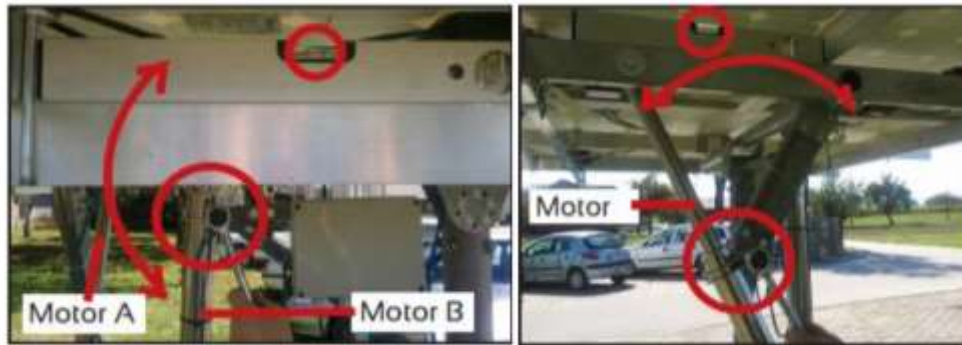


Figura 4.47 Nivelizimi i mekanizmit [25]

Pas këtyre procedurave mbaron edhe kalibrimi i motorrave. Me ndihmën e softuerit mund të zgjedhim opsionin "Enable" (figura 4.48) te sektori "Automatic tracking" i cili do të bëjë që mekanizmi të filloj gjurmimin automatik të rrezeve të diellit.

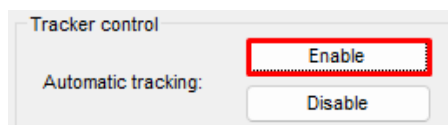


Figura 4.48 Aktivizmi i gjurmimit automatik

Softueri ofron edhe mundësi dhe informata të tjera siç janë paraqitur në figurën 4.49.



Figura 4.49 Manovrimi manual i mekanizmit

Te sektori "Common" na shfaqen të gjitha problemet të cilat mund të ndodhin gjatë funksionimit të mekanizmit. Gjithashtu, motorrët mund të lëvizin edhe manualisht me ndihmën e shigjetave me të kuqe të paraqitura poashtu në të njëjtin sektor.

Të dhënat e motorrëve, siç janë: këndi, pozicioni, destinacioni, rryma e motorrit e të tjera, paraqiten në anën e djathtë të dritares së softuerit (figura 4.50):

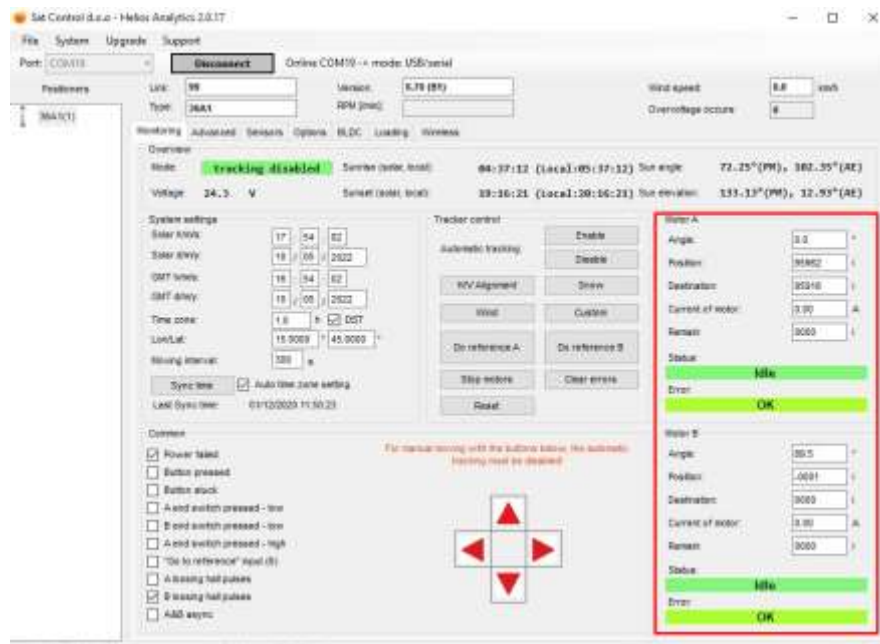


Figura 4.50 Paneli ku shfaqen të dhënat e motorrit

Në përgjithësi, algoritmet e kontrollit të një mekanizmi gjurmues diellor me bosht të dyfishtë luajnë një rol kritik në përcaktimin e efektivitetit dhe efikasitetit të sistemit. Algoritmet dhe metodat specifike të përdorura do të varen nga kërkesat dhe kufizimet specifike të sistemit, si dhe nga aftësitë e sistemit të kontrollit.

4.5. Mirëmbajtja

Mirëmbajtja i referohet detyrave të vazhdueshme që kërkojnë për të mbajtur sistemin të funksionojë në mënyrë efektive me kalimin e kohës.

Këtu janë disa shembuj të detyrave që mund të përfshihen në mirëmbajtjen e një mekanizmi gjurmues diellor me bosht të dyfishtë:

- **Testimi i sistemit:** Kjo përfshin kryerjen e testeve të ndryshme për të verifikuar nëse sistemi është duke funksionuar siç duhet dhe është duke përmbush kriteret e dëshiruara të performancës. Këto teste përfshijnë verifikimin që panelet diellore po gjurmojnë saktë pozicionin e diellit, kontrollin që motorët po rrotullohen pa probleme dhe saktësi dhe verifikimin që sistemi i kontrollit po përpunon saktë të dhënat e sensorit dhe po lëshon komandat e kontrollit.
- **Mirëmbajtja e vazhdueshme:** Kjo përfshin kryerjen e detyrave të rregullta të mirëmbajtjes për të siguruar që sistemi të vazhdojë të funksionojë në mënyrë efektive me kalimin e kohës. Këto detyra mund të përfshijnë pastrimin e paneleve diellore, zëvendësimin e komponentëve të konsumuar ose të dëmtuar dhe kryerjen e

inspektimeve rutinë dhe testeve diagnostikuese për të identifikuar dhe rregulluar çdo problem që mund të lindë.

Disa të dhëna rreth funksionimit të mekanizmit dhe pjesëve elektronike në natyrë janë paraqitur në tabelën 4.2:

Temperatura operuese	-25°C deri -70°C
Lagështia operuese	0% deri në 100% lagështi relative
Shpejtësia maksimale e erës	Maksimumi 144km/h

Tabela 4.2 Informata rreth mekanizmit

Sa i përket korrozionit, motit dhe rezistencës kimike të mekanizmit janë paraqitur në tabelën 4.3:

Ngjyrosja	Spërkatje me kripë neutrale (30000 h, EN ISO 9227 NSS)
Galvanizimi i nxehtë me zhytje (HDG, EN ISO 1461)	75-100m (ekuivalente me 50 vjet)

Tabela 1.3 Informata kozmetike rreth mekanizmit

Në anën tjetër, produkti është i paisur me certifikatat e paraqitur në tabelën 4.4:

Vlerësimi Ndërkombëtar i Mbrojtjes (IEC 60529)	IP33
Pajtueshmëria elektromagnetike (EMC Directive 89/336/EEC)	Po
Direktiva për pajisjet e tensionit të ulët (EEC Council Directive 73/23/EEC)	Po

Tabela 4.4 Certifikatat e mekanizmit

Në përgjithësi, vendosja dhe mirëmbajtja e një mekanizmi gjurmues diellor me bosht të dyfishtë janë detyra të rëndësishme që janë të nevojshme për të siguruar që sistemi të vazhdojë të funksionojë në mënyrë efektive me kalimin e kohës. Vendosja dhe mirëmbajtja e duhur mund të ndihmojë në maksimizimin e efikasitetit dhe efektivitetit të sistemit dhe mund të ndihmojë në zgjatjen e jetëgjatësisë së tij.

4.6. Konkluzioni

Energjia e gjeneruar nga modulet PV përmes kontrolluesit përdoret për të drejtuar motorin e pompës dhe eliminon nevojën për të përdorur bateri. Eliminimi i baterisë ul koston dhe rrit jetëgjatësinë e projektit dhe parandalon ndotjen e mjedisit nga përdorimi i baterive. Energjia e prodhuar nga modulet diellore PV përdoret për të gjeneruar energji elektrike për shkarkim në rrjetin publik të energjisë elektrike. Ekziston një vegël online e cila ofron informacione në lidhje me performancën e rrezatimit diellor dhe të sistemit fotovoltai (PV) për çdo vend në Evropë. Disa nga veçoritë e kësaj vegje janë:

- Potenciali i prodhimit të energjisë elektrike për teknologji dhe konfigurime të ndryshme PV.
- Rrezatimi diellor dhe temperatura, si mesatare mujore ose profile ditore.
- Seritë kohore të plota të vlerave për orë si të rrezatimit diellor ashtu edhe të performancës PV.
- Të dhënat TMY për nëntë ndryshore klimatike, të formatuara për mjetet e llogaritjes së energjisë së ndërtesës.
- Ndërfaqja e programimit të aplikacionit për nevoja të aksesit të shpejtë dhe të automatizuar.
- Hartat e burimeve diellore dhe potencialit PV, sipas vendit ose rajonit, në skedarë të gatshëm për printim.
- PVMAPS, një paketë softuerësh për përdoruesit për të bërë harta të personalizuar.

Hapi i parë është zgjedhja e vendit se ku gjendet mekanizmi jonë (figura 4.51).



Figura 4.51 Vendndodhja e mekanizmit [26]

Pastaj, i vendosim të dhënat që i kemi në dispozicion rreth mekanizmit. Të dhënat e mekanizmit tonë janë paraqitur në tabelën 4.5.

Inputet e ofruara:	
Vendndodhja e mekanizmit [Gjatësia/Gjerësia]	42.648,21.166
Horizonti:	Llogaritur
Baza e të dhënave e përdorur:	PVGIS-SARAH2
Teknologjia PV:	Silic kristalor
PV e instaluar [kWp]:	3.24
Humbja e sistemit [%]:	14

Tabela 4.5 Inputet e ofruara nga ana jonë

Fillimisht do të bëjmë analiza kur mekanizmi nuk do të jetë në lëvizje. Rezultatet e fituara janë paraqitur në tabelën 4.6:

Rezultatet e simulimit:	
Këndi i pjerrësisë [°]:	34 (i optimizuar)
Këndi i azimutit [°]:	-1 (i optimizuar)
Prodhimi vjetor i energjisë PV [kWh]:	4156.13
Rrezatimi vjetor [kWh/m ²]:	1646.02
Ndryshueshmëria nga viti në vit [kWh]:	191.71
Ndryshimet në prodhim për shkak të:	
Këndi i incidencës [%]:	-2.82
Efektet spektrale [%]:	0.91
Temperatura dhe rrezatimi i ulët [%]:	-7.59
Humbja totale [%]:	-22.07

Tabela 4.6 Rezultatet e simulimit kur mekanizmi nuk është në lëvizje [27]

Rezultate e fituara të cilat tregojnë prodhimin mujor të energjisë nga sistemi PV me kënd fiks janë paraqitur në formë të grafit në figurën 4.52. Kurse, në figurën 4.53 është paraqitur rrezatimi mujor për sistemin PV me kënd fiks.

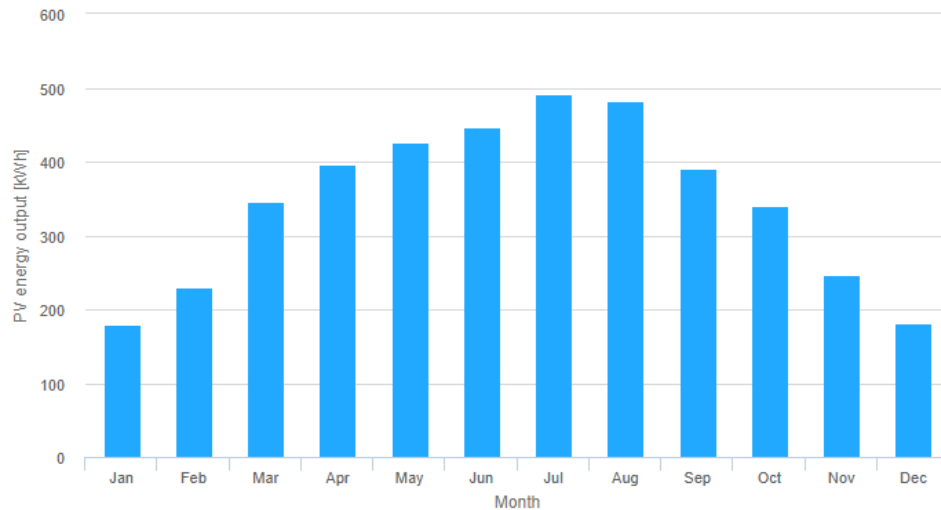


Figura 4.52 Prodhimi mujor i energjisë nga sistemi PV me kënd fiks [28]

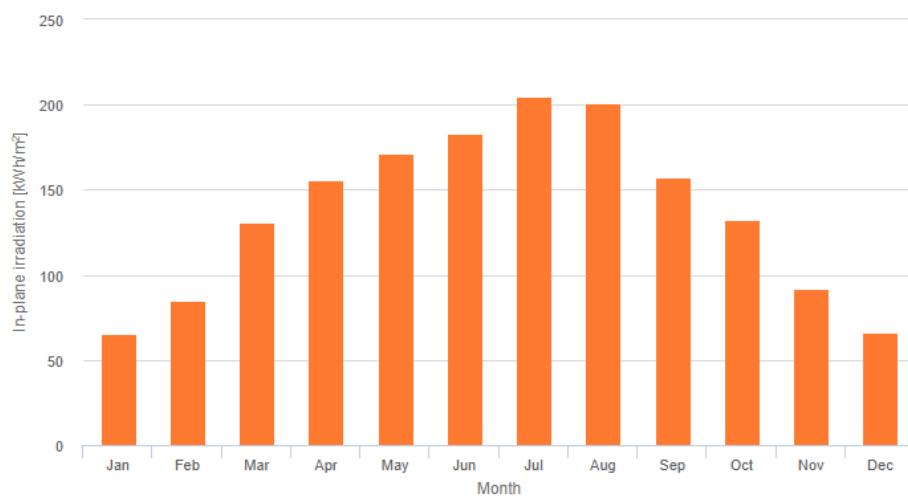


Figura 4.53 Rrezatimi mujor për kënd fiks [29]

Gjithashtu, kjo vegël na tregon edhe skicën e horizontit e cila përfshin lartësinë e horizontit, lartësinë e Diellit në Qershor dhe lartësinë e Diellit në dhjetor. Kjo skicë është paraqitur në figurën 4.54.

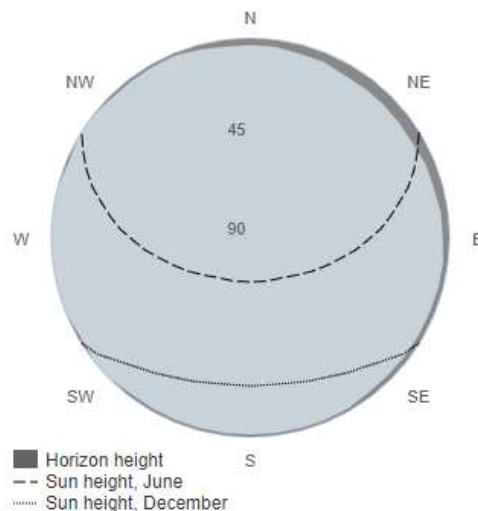


Figura 4.54 Skica e horizontit [30]

Tani do të bëjmë analiza kur mekanizmi do të jetë në lëvizje të trajektores së Diellit. Rezultatet e fituara janë paraqitur në tabelën 4.7:

Rezultatet e simulimit:	
Këndi i pjerrësisë [°]:	-
Prodhimi vjetor i energjisë PV [kWh]:	5487.42
Rrezatimi vjetor [kWh/m ²]:	2161.83
Ndryshueshmëria nga viti në vit [kWh]:	278.9
Ndryshimet në prodhim për shkak të:	
Këndi i incidencës [%]:	-1.54
Efektet spektrale [%]:	0.88
Temperatura dhe rrezatimi i ulët [%]:	-8.28
Humbja totale [%]:	-21.66

Tabela 4.7 Rezultatet e simulimit kur mekanizmi është në lëvizje [31]

Rezultate e fituara të cilat tregojnë prodhimin mujor të energjisë nga sistemi PV përcjellës janë paraqitur në formë të grafit në figurën 4.55. Kurse, në figurën 4.56 është paraqitur rrezatimi mujor për sistemin PV përcjellës. Gjithashtu, edhe në këtë rast është treguar skica e horizontit e cila përfshin lartësinë e horizontit, lartësinë e Diellit në Qershor dhe lartësinë e Diellit në dhjetor. Kjo skicë është paraqitur në figurën 4.57.

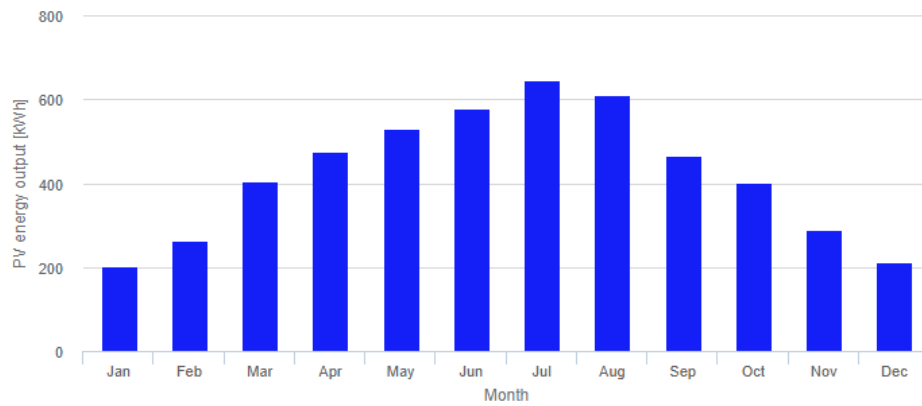


Figura 4.55 Prodhimi mujor i energjisë nga sistemi përcjellës FV [32]

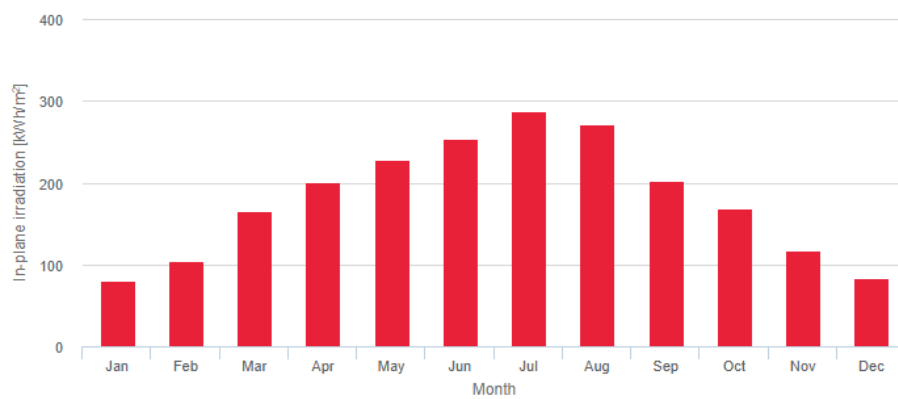


Figura 4.56 Rrezatimi mujor në aeroplan për ndjekjen e sistemit PV [33]

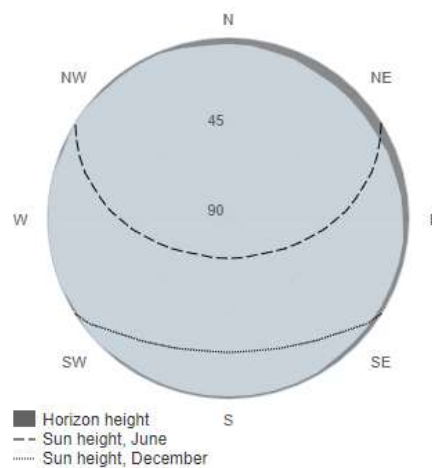


Figura 4.57 Skica e horizontit [34]

Në tabelën 4.8 është bërë krahasimi në mes të vlerave të të dy simulimeve të përmendura, pra kur mekanizmi ka një kënd të fiksuar dhe kur mekanizmi është në lëvizje të ndjekjes së trajektorës të Diellit.

Krahasimi i vlerave të të dy simulimeve		
Parametrat	Mekanizmi me kënd të fiksuar	Mekanizmi në lëvizje
Këndi i pjerrësisë [°]:	34 (i optimizuar)	/
Këndi i azimutit [°]:	-1 (i optimizuar)	/
Prodhimi vjetor i energjisë PV [kWh]:	4156.13	5487.42
Rrezatimi vjetor [kWh/m ²]:	1646.02	2161.83
Ndryshueshmëria nga viti në vit [kWh]:	191.71	278.9
Ndryshimet në prodhim për shkak të:		
Këndi i incidencës [%]:	-2.82	-1.54
Efektet spektrale [%]:	0.91	0.88
Temperatura dhe rrezatimi i ulët [%]:	-7.59	-8.28
Humbja totale [%]:	-22.07	-21.66

Tabela 4.8 Krahasimi i rezultateve të simulimit [35]

Pra, vijmë në konkludim se sistemet gjurmuese diellore me dy boshte janë në gjendje të gjenerojnë më shumë energji sesa sistemet me kënd fiks, pasi ato janë gjithmonë të drejtuara drejtpërdrejt nga dielli. Megjithatë, ato janë gjithashtu më komplekse dhe më të shtrenjta për t'u instaluar dhe mirëmbajtur. Sistemet me kënd fiks janë më të thjeshta dhe më pak të kushtueshme, por ato nuk janë aq efikase në gjenerimin e energjisë sa sistemet gjurmuese.

5. PËRFUNDIMI

Qëllimi i kësaj teze ishte përmirësimi i efikasitetit të aplikacioneve të qelizave fotovoltaike diellore. Për këtë qëllim është ndërtuar mekanizmi automatik i gjurmimit të rrezeve diellore. Gjatë tezës, u bënë disa eksperimente të ndryshme për të gjetur fizibilitetin e përmirësimit të efikasitetit përmes sistemit automatik të gjurmimit të diellit dhe me rezultatet, ne përparuam në finalizimin e sistemit. Krahas kësaj, u ndërtua edhe prototipi sa më i thjeshtë dhe efikas i mundur.

Karakteristikat e panelit diellor përcaktohen kryesisht nga lakoret e tensionit aktual dhe lakoret e tensionit të fuqisë.

Punimi fillon duke treguar abstraktin e projektit. Në hyje është bërë identifikimi dhe përshkrimi i problemit, ku edhe është treguar struktura apo ecuria e këtij punimi. Tema vazhdon me paraqitjen e kinematikës së mekanizmit diellor, ku janë paraqitur ekuacionet e lëvizjes duke përfshirë edhe matricat homogjene. Më pas tregohet qëllimi i këtij hulumtimi me c'rast tregohet efikasiteti dhe siguria e mekanizmit. Në mënyrë që punimi të jetë i suksesshëm, para se të fillojmë me pjesën mekanike, bëhen pyetjet rreth hulumtimit si dhe hipotezat. Kjo pjesë përfshinë pyetje dhe përgjigje rreth sistemit të gjurmimit të trajektores së lëvizjes së Diellit si dhe tregohen metodat dhe teknikat e hulumtimit.

Në projektet madhore të llojit të njëjtë si në rastin tonë, në fillim bëhet një prototip në mënyrë që tu paraprihen problemeve të cilat mund të dalin gjatë procesit të punës. E tërë arkitektura e ndërtimit të prototipit është treguar në këtë punim, duke filluar nga përshkrimi i

punë së prototipit, shpjegimi i pajisjeve elektronike të cilat do të përdoren, përshkrimi i kodit dhe algoritmit e deri te modelimi i mekanizmit në softuer 3D. Pas përshkrimit të ndërtimit të prototipit, fillojmë me përshkrimin e arkitekturës së mekanizmit me masa reale. Gjatë kësaj faze bëhet përshkrimi i principit të punës së këtij mekanizmi si dhe tregohen pjesët të cilat do të përdoren. Gjithashtu, janë paraqitur edhe instruksionet e montimit hap pas hapi si dhe tregohen procedurat e kalibrimit të këtij mekanizmi. Nga pjesa e fundit e punimit janë paraqitur rezultatet e pritshme të këtij hulumtimi duke përfshirë edhe konkluzionet e arritura.

Në punim janë analizuar dhe ndërtuar sistemi i funksionimit të një mekanizmi i cili e bënë gjurmimin e trajektores së lëvizjes së diellit me bosht të dyfishtë, duke filluar nga prototipi e deri te sistemi me përmasa reale.

Struktura mekanike e prototipit si dhe mekanizmit real, ishte e projektuar dhe ndërtuar në atë mënyrë që të mbante të tërë peshën e panelave dhe pjesëve përbërëse.

Skema e lidhjeve elektronike të prototipit, është ndërtuar duke përdorur një numër minimal komponentësh për të minimizuar koston dhe për të thjeshtuar montimin. Gjithashtu, janë paraqitur edhe analiza të ndryshme rreth efikasitetit të mekanizmit.

Matjet e bëra janë paraqitur nëpërmjet tabelave, grafeve e figurave.

Në përfundim, në këtë punim është treguar se ekziston një mënyrë më efektive për shfrytëzimin sa më të madh të rrezeve të diellit dhe e tërë kjo mund të realizohet me një kosto jo shumë të madhe. E gjithë kosto e projektit varet nga madhësia e mekanizmit.

LITERATURA

- [1] Snowden, S. (2020). Llojet e instalimit të moduleve solare [Figura1.1]. Marrë më 10 prill, 2023, nga <https://www.forbes.com/sites/scottsnowden/2020/06/29/double-sided-solar-panels-that-track-the-sun-could-produce-35-more-energy/?sh=39ec61ca1fc4>
- [2] Toby D. Couture. (2021). Përshkallëzime PV diellore të shpërndara në Kosovë: Analizë e tregut dhe rekomandime [Figura 1.2]. Marrë më 18 prill, 2023.
- [3] Jakupi, M., & Cuervo, M. M. (2020). Solar Energy Potential In Kosovo: Pilot study of installation with photovoltaic modules at The University of Prishtina [KTH SKOLAN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNAD].
- [4] Lindberg, V., & Mäki, J.-P. (2010). SKF dual axis solar tracker - From concept to product (Master's thesis, Chalmers University of Technology, Department of Product and Production Development, Division of Product Development). Gothenburg, Sweden.
- [5][6][7][8][9][10] Duffie, J., & Beckman W. (2013) Solar Engineering of Thermal Processes - Fourth Edition. University of Wisconsin - Madison,
- [11][12][13] Ozcelik, S., Prakash, H., & Chaloo, R., (2011) Two-Axis Solar Tracker Analysis and Control for Maximum Power Generation. Department of Mechanical and Industrial Engineering & Department of Electrical Engineering and Computer Science - Texas A&M University - Kingsville, 700 University Blvd., Kingsville, TX 78363, USA.
- [14] Kalogirou, S. (2009) Solar Energy Engineering - Processes and Systems. UK
- [15] Thaw, M. & How, M. (2013) Dual-Axis Solar Tracker: Functional Model Realization and Full-Scale Simulations. Faculty of "WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE"
- [16] Monsuru, A., Solomon, I., Idowu, P., & Ojo, J.. (2021) Design and Fabrication of RF-Controlled Pick and Place Robotic Vehicle. International Journal of Scientific Engineering and Science.

- [17] Apoorve, (2015) What is a Servo Motor? - Understanding the basics of Servo Motor Working. Marrë nga: http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE/stores/sg90_datasheet.pdf
- [18] Majumder, K., Hasan, R., & Ahmed, R.. (2010) IMPROVEMENT OF EFFICIENCY FOR SOLAR PHOTOVOLTAIC CELL APPLICATION. Department of Electrical and Electronic Engineering, BRAC University, Dhaka, Bangladesh.
- [19] JIMBLOM. Take a Stance, The Resist Stance. Marrë nga: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/resistors/all>
- [20] DANIELLE COLLINS, (2019). How to size a rack and pinion drive. Marrë nga: [https://www.linearmotiontips.com/how-to-size-a-rack-and-pinion-drive/#:~:text=The%20torque%20on%20the%20pinion,multiplied%20by%20the%20pinion%20radius.&text=Remember%20to%20divide%20the%20pinion,convert%20from%20inches%20to%20feet\).](https://www.linearmotiontips.com/how-to-size-a-rack-and-pinion-drive/#:~:text=The%20torque%20on%20the%20pinion,multiplied%20by%20the%20pinion%20radius.&text=Remember%20to%20divide%20the%20pinion,convert%20from%20inches%20to%20feet).)
- [21] Sat Control d.do.o. Instructions for instalation and use for Solar tracker dual axis SM44M3V15P for 15 panels dim 990x1650mm. Marrë nga: <http://www.solar-motors.com/>
- [22] Sat Control d.do.o. Manual for instalation and usage of solar tracker 2-axis SM44M3V15P. Marrë nga: <http://www.solar-motors.com/>
- [23] Geoportal. Marrë nga: <http://geoportal.rks-gov.net/>
- [24][25] Sat Control d.do.o. HOW TO SETUP HELIOS ANALYTICS. Marrë nga: <http://www.solar-motors.com/>
- [25]-[35] European Commission (2022). PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM Marrë nga: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-online-tool_en

SHTOJC A:

Llogaritni kohën e lindjes së diellit, lartësinë diellore, zenitin, azimutin diellor dhe këndet e profilit për një sipërfaqe me pjerrësi 60° me pamje 25° në perëndim të jugut, në orën 16:00 me kohën diellore, më 16 mars në një gjerësi gjeografike 43° . Llogaritni gjithashtu kohën e lindjes dhe perëndimit të diellit në sipërfaqe.

Zgjidhja

Këndi i orës në perëndim të diellit përcaktohet duke përdorur formulën e paraqitur më parë.

Për 16 Mars ($\delta = -2.4^\circ$):

$$\omega_s = \cos^{-1} [-\tan 43 \times \tan(-2.4)] = 87.8^\circ \quad (\text{A.1})$$

Pra, këndi i orës së lindjes së diellit është **$87,8^\circ$** . Me rrotullimin e tokës prej 15° në orë, lindja (dhe perëndimi i diellit) ndodh 5,85 orë (5 orë dhe 51 minuta) nga mesdita, kështu që lindja e diellit është në orën 6:09 të mëngjesit (dhe perëndimi i diellit është në 5:51 pasdite).

Këndi i lartësisë diellore α_s është një funksion vetëm i kohës së ditës dhe i deklinimit. Në orën 16:00, $\omega = 60^\circ$. Duke njohur që:

$$\cos \theta_z = \sin(90 - \theta_z) = \sin \alpha_s \quad (\text{A.2})$$

$$\sin \alpha_s = \cos 43 \cos(-2.4) \cos 60 + \sin 43 \sin(-2.4) = 0.337$$

$$\alpha_s = 19.7^\circ \text{ dhe } \theta_z = 90 - \alpha_s = 70.3^\circ$$

Këndi i azimutit diellor për këtë kohë mund të llogaritet me këtë ekuacionin:

$$\gamma_s = \sin(60) \left[\cos^{-1} \left(\frac{\cos 70.3 \sin 43 - \sin(-2.4)}{\sin 70.3 \cos 43} \right) \right] = 66.8^\circ \quad (\text{A.3})$$

Këndi i profilit për sipërfaqen me $\gamma = 25^\circ$ llogaritet me këtë ekuacionin:

$$\alpha_p = \tan^{-1} \left(\frac{\tan 19.7}{\cos(66.8 - 25)} \right) = 25.7^\circ \quad (\text{A.4})$$

Këndet e orës në të cilat lindja dhe perëndimi i diellit ndodhin në sipërfaqe janë llogaritur me

$$\theta = 90^\circ (\cos \theta = 0): \quad (\text{A.5})$$

$$0 = \sin(-2.4) \sin 43 \cos 60 - \sin(-2.4) \cos 43 \sin 60 \cos 25 + [\cos(-2.4) \cos 43 \cos 60 + \cos(-2.4) \sin 43 \sin 60 \cos 25] \cos \omega + [\cos(-2.4) \sin 60 \sin 25] \sin \omega$$

Ose

$$0 = 0.008499 + 0.9077 \cos \omega + 0.3657 \sin \omega$$

e cila, duke përdorur $\sin^2 \omega + \cos^2 \omega = 1$, ka dy zgjidhje: $\omega = -68,6^\circ$ dhe $\omega = 112,4^\circ$. Prandaj, lindja e diellit në sipërfaqe është $68,6/15 = 4,57$ orë para mesditës, ose 7:26 e mëngjesit. Koha e perëndimit të diellit në kolektor është perëndimi aktual i diellit pasi $112,4^\circ$ është më i madh se $87,8^\circ$ (d.m.th., kur $\theta = 90^\circ$ dielli tashmë ka perënduar).

SHTOJC B:

Në rastin tonë bora konsiderohet të jetë si një masë e vazhdueshme dhe supozohet se bora ishte e freskët. Kjo nënkupton që grimcat individuale sillen të gjitha si entitete të pavarura me ndërveprim minimal me njëra-tjetrën. Ndërsa paneli rrotullohet për të larguar borën, grimcat teorikisht rrëshqasin njëra mbi tjetrën duke ndryshuar kështu formën dhe qendrën e masës së grumbullit të borës. Ndryshimi në qendrën e masës do të shkaktojë një moment në rritje ndërsa diferenca midis panelit dhe qendrës së grumbullit të masës rritet. Ky problem përfshin ndryshimin e vendndodhjes dhe madhësisë së ngarkesës së borës. Për të kundërshtuar të dy variacionet, ndryshorja duhet të shtohet si një çift rrotullues i ndryshueshëm me llogaritje analitike për sasinë e çift rrotullues të ushtruar nga bora në panel në kënde të ndryshme rrotullimi. Ilustrimi i këtij problemi është paraqitur në figurën B1.

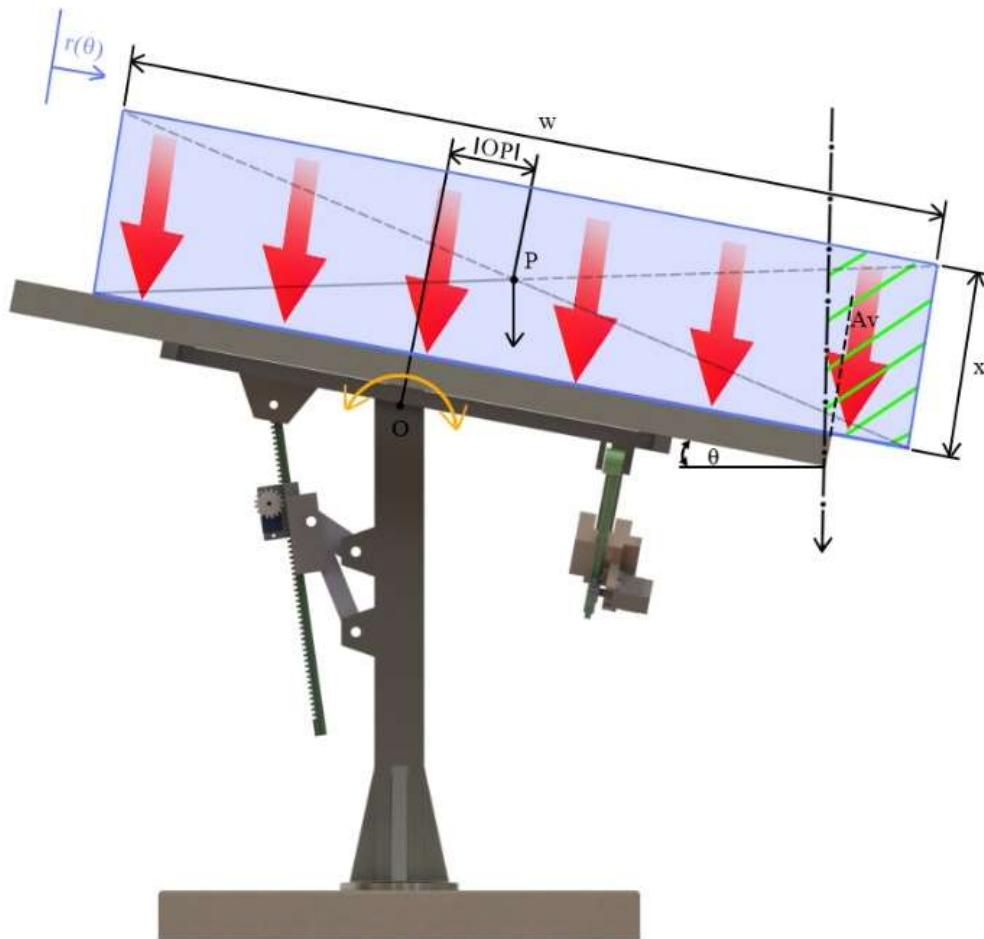


Figura B.1 – Ilustrimi i detyrës

Është marr parasysh se:

- Sasia e akumuluar e borës në krye të panelit është vendosur fillimisht në 220 kg/m^2

- Forma fillestare e grumbullit të borës.
- Përcaktimi i fërkimit statik dhe dinamik të grimcave të borës për të gjetur se në cilin kënd fillon të ndryshojë forma.
- Ndryshimi i formës së borë në çdo kënd.
- Sasia e borës që largohet nga paneli në çdo kënd.

Për të thjeshtuar sasinë e borës që ra nga paneli u pre në një seksion vertikal dhe u prezantua nga zona e prerjes kryq A_v :

Supozimet e bëra për analizën e heqjes së borës:

- Bora është e freskët me koeficient të fërkimit statik dhe dinamik përkatësisht 0.1 dhe 0.03.
- Bora nuk u grumbullua në fund për të penguar rrëshqitjen e borës.
- Forma e borës trajtohej si një trup i ngurtë drejtkëndor.
- Në llogaritjen e borës së mbetur në majë të panelit në çdo kënd të animat, supozohej se vëllimi i borës që binte ishte prerë përgjatë një vije vertikale me skajin e përfaqësuar nga zona A_v .

Ekuacionet e forcës:

$$\sum F_r = mg \sin \theta + \mu_s N = m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) \quad (B.1)$$

$$\sum F_r = mg \sin \theta - \mu_k N = m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) \quad (B.2)$$

$$\sum F_\theta = mg \cos \theta - N = m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \quad (B.3)$$

Duke supozuar se paneli rrotullohet me shpejtësi këndore konstante $\dot{\theta}$ në mënyrë që $\ddot{\theta} = 0$.

Për fërkimin statik, kur trupi është gati të rrëshqasë, $\dot{r} = 0$, $\ddot{r} = 0$, këndi i rrëshqitjes llogaritet:

$$N = mg \cos \theta \quad (B.4)$$

$$mg \sin \theta + \mu_s mg \cos \theta = -r\dot{\theta}^2 = -r\dot{\theta}^2 \Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{-r\dot{\theta}^2}{g} - \mu_s \cos \theta\right)$$

Për;

$$\mu = 0.1 \frac{rad}{s}; \theta = 10.5 \text{ shkallë.}$$

Fërkimi dinamik sipas ekuacioneve të dhëna:

$$\sum F_{\theta} = mg \cos \theta - N = 2m\dot{r}\dot{\theta}$$

$$\sum F_r = g \sin \theta - \mu_k (g \cos \theta - 2\dot{r}\dot{\theta}) = \ddot{r} - r\dot{\theta}^2$$

Ekuacioni i lëvizjes:

$$\ddot{r} + 2\mu_k \dot{r}\dot{\theta} - r\dot{\theta}^2 = g \sin \theta - \mu_k g \cos \theta$$

Për;

$$A = \sqrt{(\mu_k^2 + 1)}$$

Ekuacioni diferencial johomogjen i rendit të dytë u zgjidh për të marrë zgjidhje në formën e dhënë nga Ekuacioni:

$$r = C_1 r_1 + C_2 r_2 + U r_1 + V r_2$$

Ku;

$$r_h = C_1 r_1 + C_2 r_2$$

$$r_p = U r_1 + V r_2$$

$$\theta = \omega t$$

$$r_1 = e^{-\omega(\mu_k + A)t}$$

$$r_2 = e^{-\omega(\mu_k - A)t}$$

$$U = \frac{-g(\mu_k + A)e^{(\mu_k + A)\theta}}{2\omega A[\omega^2(\mu_k + A)^2 + 1]} \left[\sin \theta - \frac{\cos \theta}{\omega(\mu_k + A)} - \mu_k \cos \theta - \frac{\mu_k \sin \theta}{\omega(\mu_k + A)} \right]$$

$$V = \frac{g(\mu_k - A)e^{(\mu_k - A)\theta}}{2\omega A[\omega^2(\mu_k - A)^2 + 1]} \left[\sin \theta - \frac{\cos \theta}{\omega(\mu_k - A)} - \mu_k \cos \theta - \frac{\mu_k \sin \theta}{\omega(\mu_k - A)} \right]$$

Kushtet fillestare për $\mu_s = 0,1$ and $\mu_k = 0,03$:

$$\theta = 10.5 \text{ shkallë ; } r = 0$$

$$C_1 + 1.443C_2 = 18.607$$

Nga simulimi i vërtetuar është gjetur gjendja kufitare:

$$\theta = 24.7 \text{ shkallë ; } r = 8.23$$

$$r = 0.91C_1 + 1.092C_2 + 528.719(0.91) - 446.656(1.092) = 0$$

$$C_1 + 2.367C_2 = 68.216$$

Prandaj për $\omega = 0.1 \text{ rad/s}$

$$C_1 = -58.60 \text{ dhe } C_2 = 53.70$$

Për ω në 0,005 rad/s, 0,01 rad/s dhe 0,05 rad/s, këndi polar arriti maksimumin përpara se bora të largohet nga sipërfaqja e panelit. Prandaj, meqenëse paneli do të ishte i anuar në 80 gradë, bora do të binte kryesisht nën ndikimin e gravitetit. Koha e nevojshme për heqjen e plotë të borës do të ishte pak më shumë se koha e nevojshme për panelin për të arritur animin maksimal pasi nxitimi për shkak të gravitetit është shumë më i lartë në një kënd të pjerrët prej 80 gradë. Të vetmet vlera të arsyeshme për shpejtësitë këndore të marra në konsideratë ishin ato prej 0,05 rad/s, 0,1 rad/s dhe 0,5 rad/s, siç janë renditur në tabelën në vijim.

Koha për të arritur 80 shkallë	ω (rad/s)	Nëse $\theta > 80$ shkallë me ω konstante		Nëse $\theta < 80$ shkallë me ω konstante	
		θ (shkallë)	Koha për të rrëshqitur	θ (shkallë)	Koha e korrigjuar për rrëshqitje
4.65 min	0.005	160	9.31 min	80	> 4.65 min
2.33 min	0.01	147	4.28 min	80	> 4.28 min
27.9 sec	0.05	89.0	31.1 sec	80	> 31.1 sec
14.0 sec	0.1	39.7	6.93 sec	39.7	6.93 sec
2.79 sec	0.5	7.38	0.258 sec	7.38	0.258 sec

Tabela B.1 - Lista e kohës për gjysmë cikli, koha totale për rrëshqitje dhe koha e korrigjuar për rrëshqitje për shpejtësi të ndryshme këndore të panelit

Bazuar në vendndodhjen e vendndodhjes së qendrës së masës së borës së ngurtë, zona e prerjes kryq Av e borës që rrëshqet jashtë panelit hiqet dhe llogaritet një qendër e re e masës për borën e mbetur. Çift rotullues më pas llogaritet bazuar në vendndodhjen dhe madhësinë e borës së mbetur në majë të panelit.

BIOGRAFIA E KANDIDATIT

Emri dhe mbiemri: **ZGJIM GURAZIU**

Adresa e banimit: **Bazhderhane 22/1 nr.4, Prizren, Kosovo**

Numri i telefonit: **+383 / 49 342 211**

Email adresa: **zgjimguraziu@gmail.com**

Data e lindjes: **25.08.1997**

Vendi i lindjes: **Prizren**

EKSPERIENCA E PUNËS

[25.10.2021 - aktual] **[Inxhinier i dizajnit mekanik]**

[Solaborate LLC, Pristine]

Përgjegjësitë kryesore:

- Projektimi/Mirëmbajtja e sistemeve të projektimit mekanik të Sistemeve të Konferencave Video.
- Menaxhimi i ciklit të prodhimit.
- Mbikëqyrë procesin e krijimit dhe prodhimit të kallëpave.

[12.11.2020 - 23.10.2021] **[Inxhinier i mekatronikës]**

[Zinkunie-KS, Prizren]

- Projektimi, testimi dhe prodhimi i makinerive dhe sistemeve duke përdorur kombinimin e sistemeve elektrike dhe mekanike.
- Kam përdorur softuer të ndryshëm për dizajne 2D dhe 3D, në varësi të nevojës dhe kërkesës së Kompanisë;
- Kryerja e matjeve të ndryshme në terren dhe zbatimi i tyre në projekte;
- Zgjedhja e mjeteve dhe materialeve të nevojshme për procesin e prodhimit;
- Kam ndihmuar në zbatimin e masave të sigurisë dhe shëndetit në punë, si dhe masat e mbrojtjes nga zjarri;

- Përfundimi i detyrave të tjera që për nga natyra bien në kompetencën time dhe me kërkesë të udhëheqësit të autorizuar;
- Gjithashtu kam punuar në departamente të tjera brenda kompanisë për të ndihmuar në punën për të cilat kam njohuri.

[24.02.2020 - 05.08.2020] **[Inxhinier mekanik]**

[Komuna e Prizrenit]

- Monitorimi dhe zbatimi i rregulloreve ligjore në fushën e Legalizimit - instalimeve të ngrohjes dhe klimatizimit;
- Këshillimi dhe zbatimi i procedurave përkatëse në përputhje me njohuritë profesionale;
- Kryerja e çështjeve të sektorit të legalizimit në kushtet e ndërtimit, objekteve të papërfunduara në përputhje me dispozitat ligjore në fuqi.;
- Rishikimi dhe vendosja e kërkesave për projektet e ngrohjes dhe ajrit të kondicionuar dhe paramatjet dhe vlerësimet për këtë zonë;
- Përgjegjës për zgjidhjen e kërkesave, brenda afateve të caktuara ligjore;
- Kryerja në mënyrë të pavarur detyrat e ngarkuara nga përgjegjësia e sektorit të Legalizimeve;
- Informon dhe arsyeton detyrat në mënyrë tërësisht profesionale, nga fusha e specializimit të saj;
- Në raste të caktuara del në terren për të parë dhe evidentuar gjendjen faktike rreth instalimeve të makinerive;
- Mban prova për lëndët që merr, plotëson dhe paraqet për arkivim;
- Kryerja e detyrave të tjera nga përgjegjësia e sektorit të ngarkuara nga Përgjegjësi i Sektorit dhe Drejtori;

[12.02.2019 - 12.04.2019] **[Teknik i përpunimit të të dhënave]**

[Asociacioni i Komunave të Kosovës & GIZ, Prizren]

- Futja dhe përpunimi i të dhënave në Softuerin e Menaxhimit të Energjisë;
- Mbështetja e menaxherëve të energjisë në komuna në aktivitetet që kanë të bëjnë me përpunimin e të dhënave për hartimin e Planit të Veprimit Komunal për Eficiencë të Energjisë (MEEAP);
- Bashkëpunim me departamentet e aktiviteteve në komunën për të siguruar informacionin e kërkuar në lidhje me

konsumin e ndërtesave në ndërtesat publike dhe rrugët e rrugëve;

- Mbështetja e menaxherit të energjisë në përmbushjen e detyrave të tyre lidhur me zhvillimin e mëtejshëm të sistemit të menaxhimit të energjisë;
- Detyra të tjera sipas kërkesës.

[24.04.2018 – 29.04.2018]

[Vëzhgues]

[(JICA) Japan International Cooperation Agency, Pristina]

- Ekipi i Projektit JICA për Zhvillimin e Kapaciteteve për Kontrollin e Ndotjes së Ajrit.
- Kryeni numërimin e numrit të çdo lloj automjeti në përputhje me dokumentin udhëzues të përgatitur nga Pala e Parë.

[01.07.2016 – 31.01.2018]

[Inxhinier i projektimit mekanik]

[Gadgets.al, Prizren]

- Dizajnoni, zhvilloni dhe inxhinieronit modele me cilësi të lartë duke përdorur mjete 3D dhe 2D CAD
- - Ndhmon në përmirësimin e proceseve ditore për të siguruar që sistemet CAD plotësojnë kërkesat e klientëve.
- Përditësoni dhe mirëmbani skedarët e dizajnit të produktit.
- Kontrolloni produktet për fizibilitetin, performancën, kostot, cilësinë, sigurinë, legjislacionin dhe kohën.
- Prodhoni dizajne që plotësojnë kërkesat dhe objektivat
- Zbatimi i funksionalitetit dhe aplikacioneve CAD
- Prodhoni specifikimet përfundimtare të projektimit.

EDUKIMI

[01/10/2018 – Tema e diplomës]

[Master në inxhinieri mekanike]

Universiteti i Prishtinës "Hasan Prishtine" - Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike - Mekatronike, Prishtine.

[01.10.2015 – 28.09.2018]

[Bachelor në inxhinieri mekanike]

Universiteti i Prishtinës "Hasan Prishtine" - Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike - Mekatronike, Prishtine.

- Bursë vjetore nga universiteti për vitin 2016/2017.

- Bursë vjetore nga universiteti për vitin 2017/2018.

- Certifikatë mirënjohjeje 2017/2018.

[Nga Unioni i studentëve të Kosovës, Prishtinë]

Për përkushtimin në punë dhe angazhimin e treguar në informimin e studentëve dhe mbështetjen e tyre

[05.2021]

["Industrial Automation and PLC", Prizren]

Çertifikatë e pjesëmarrjes në trajnimin *"Automatizimi industrial dhe PLC"*, organizuar nga EIZEK Mechatronics.

[10.2020]

["Startup Bootcamp", Prizren]

Çertifikatë e pjesëmarrjes në trajnimin *"Startup Bootcamp"*, mbështetur nga: Caritas Kosova & YSB Balkans.

[05.2020]

["Android App Development", Prishtinë]

Çertifikatë e pjesëmarrjes në trajnimin *"Android App Development"*, mbështetur nga: Ambasada Norvegjeze, IpkoFoundation, KosLift, RIT Kosovo & AUK.

[20.04.2020]

["JAVA Fundamentals", Prishtinë]

Çertifikatë e pjesëmarrjes në trajnimin *"Fundamentet e programimit në JAVA"*, mbështetur nga: Ambasada Norvegjeze, IpkoFoundation, KosLift, RIT Kosovo & AUK.

[21.05.2019 – 29.05.2019]

[KosLift: Design Challenge, Prishtinë]

Zgjedhja e sfidës së ofruar nga kompania "JAHA Solar".

[21.05.2019 – 29.05.2019]

[KIMERK, Prishtinë]

Çertifikatë e pjesëmarrjes në trajnimin *"Eficienca e Energjise"*, mbështetur nga: Creating Employment through Export Promotion i GIZ Kosovo dhe Ministria e Inovacionit dhe Ndërmarrësisë.

[23.05.2019 – 29.05.2019]

[Venture UP, Prishtinë]

Çertifikatë e pjesëmarrjes në trajnimin *"Menaxhimi i Projekteve Teknike"*, mbështetur nga GIZ.

- [20.05.2019 – 27.05.2019] **[KIMERK, Prishtinë]**
Çertifikatë e pjesëmarrjes në trajnimin "*Automatizimi i procesit të prodhimit*", mbështetur nga: Creating Employment through Export Promotion i GIZ Kosovo dhe Ministria e Inovacionit dhe Ndërmarrësisë.
- [19.05.2018] **[THY, Prizren]**
Çertifikatë e pjesëmarrjes në trajnimin "*Përgatitjen për tregun e punës*", mbështetur nga Erasmus+.
- [11.05.2018 – 13.05.2018] **[Coca-Cola HBC, Prishtinë]**
Çertifikuar në programin "*Coca-Cola përkrah Rininë*", për zhvillimin e aftësive jetësore dhe aftësive biznesore. Mbështetur nga ministria e punës dhe mirëqenies sociale, ministria e Arsimit, Shkencës dhe Teknologjisë, American chamber of commerce in Kosovo, Kosovo CSR network, ICK dhe Venture UP.
- [28.04.2018 – 03.05.2018] **[Venture UP, Prishtinë]**
Çertifikuar në Workshopin "Tech", duke fituar aftësi në: llojet e të dhënave, operacione të ndryshme dhe strukturat e të dhënave. Mbështetur nga GIZ.
- [10.04.2018 – 15.04.2018] **[Venture UP, Prishtinë]**
Çertifikuar në punëtorinë "Soft Skills", duke fituar aftësi në: fjalimet publike, mendimin kritik, punën ekipore, menaxhimin e kohës & stresit dhe etikën e biznesit. Mbështetur nga GIZ.
- [20.02.2018 – 01.03.2018] **[Venture UP, Prishtinë]**
Çertifikuar në punëtorinë "Social Media", duke fituar aftësi në: hyrja në biznes nëpërmes Facebook-ut, vështirëtimet në Facebook, rregullimi i të dhënave të faqes, përcaktimi i audiencës dhe menaxhimi i marketingut. Mbështetur nga GIZ.
- [06.05.2017 – 08.05.2018] **[AutoCAD Certified User]**
AutoDesk, Infinit Center, Prishtinë.
- [24.03.2017] **[Universiteti i Prishtinës]**
Seminar, Energjia e erës.
“Wind Farm Project Development in Emerging Markets” nga z. Wolfgang Schmittner, CEO i Amperax.

[24.04.2017]

[Universiteti i Prishtinës]*Seminar, Energjia solare.*“Knocked out or Solar” nga z. Wolfgang Schmittner,
CEO i Amperax.

[2008 – 29.02.2012]

[Çertifikatë e gjuhës]*Oxford Studio – Prizren.*

Pesë nivele (çertifikata) të gjuhës angleze.

AFTËSITË PERSONALE

Gjuha e folur

Shqip

Gjuhët tjera

English

TË KUPTUARIT		TE FOLURIT		TE SHKRUARIT
Dëgjimi	Lexim	Bashkëbisedim	Fjalori	
I shkëlqyer	I shkëlqyer	I shkëlqyer	I shkëlqyer	I shkëlqyer

Aftësitë në kompjuter

SolidWorks, AutoCAD general, AutoCAD Electrical, ENMASOFT, Fusion 360, Inventor, EasyEDA, Comsol, Arena Simulation, Factory IO, Fritzing, Arduino IDE, Proteus, MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, MS Outlook, Matlab, WinProladder, Photoshop, Lightroom.

Kualifikimet

Kreativitet dhe të menduarit logjik, i përkushtuar, i zellshëm, zgjidhës i problemeve, qëndrim pozitiv ndaj punës, punëtor ekipor.

Patentë shoferi

Kategoria: **B1, B, M, L, T.**

UNIVERSITETI I PRISHTINËS
“HASAN PRISHTINA”
FAKULTETI I INXHINIERISË MEKANIKE

DEKLARATA ETIKE

Unë **Zgjim Guraziu** me numër të ID 190805200010

deklaroj se,

Punimi i Diplomës Master me titull:

**ZHVILLIMI, KONTROLLIMI DHE MONITORIMI I OPERIMIT TË
MEKANIZMIT DY AKSIAL PËR PËRCJELLJEN E TRAJEKTORES SË
DIELLIT – SM44M3V15P ME GRUP TË MODULEVE FOTOVOLTAIKE**

- Paraqet rezultatet e punës sime shkencore hulumtuese,
- Punimi i diplomës Master në tersi apo pjesërisht nuk është paraqitur në ndonjë program akademik në Fakultete tjera apo Universitete,
- Rezultatet e prezantuara në Punimin e Diplomës Master janë të besueshme dhe janë të specifikuara në mënyrën e duhur, dhe
- Nuk janë shkelur të drejtat autoriale.

Prishtinë

Zgjim Guraziu

Prill, 2023