

NTNU

PROSJEKTOPPGAVE IDATT1004 TEAMBASERT SAMHANDLING

To-akset sporing i solcellepaneler

Mateja Vasic

Stian M. Myrbekk

Oliver W. Higgins

Audun A. L. Aakermann

Audun Rosvold

November 2024



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
Abstract	4
Figurliste	5
Introduksjon	6
Hva er prosjektet?	6
Hvem er teamet?	6
Problembeskrivelse	9
Teori	10
Solcelleteori	10
Solsporing	10
Lego-EV3	10
Bærekraft og samfunnspåvirkning	10
Metode	11
Strukturering	11
Utvikling	12
Robot	12
Kode	12
Samarbeid og kommunikasjon	13
Administrative resultater	13
Tekniske utfordringer	14
Avklaring	14
Konklusjon	16
Effektivitet og begrensninger	16
Hva har vi lært?	16
Hva tar vi med videre?	16
Vurdering av to-akset kontra én-akset sporingssystem	16
Bærekraft og samfunnspåvirkning	17
Anbefalinger for videre arbeid	17
Litteraturliste	18
Vedlegg	19
Innkalling til veiledningsmøte 1, Team 20	20
Innkalling til veiledningsmøte 2, Team 20	21
Innkalling til veiledningsmøte 3, Team 20	22
Saksnummer og saker	22

Møtereferat	23
Saker	23
Møtereferat	25
Arbeidskontrakt for gruppe 20, IDAT1004	26
Timeliste	29
Gant-diagram	34

Forord

Denne rapporten ble skrevet som del av hovedprosjekt i IDATT1004 Teambasert samhandling. I løpet av denne rapporten går vi gjennom tanke- og arbeidsprosessen vår samt resultatet av vårt valgte prosjekt: To-akset sporing i solcellepanel. Selve prosjektoppgaven tar utgangspunkt i FNs bærekraftsmål, noe som har vært styrende for valgene Teamet har tatt underveis i arbeidet. Nåværende og fremtidige generasjoner står ovenfor en energikrise. Fokuset vårt er å adressere dette på best mulig måte, med verktøyene vi har tilgjengelig. Vi ser på det som urealistisk at prototypen vi lager er samfunnsnyttig i seg selv, men ambisjonen har vært å lage en prototype som kan illustrere vår visjon om hvordan roboten skal fungere. Prosessen fra start til slutt kan grovt deles inn i 4 faser. Beslutningsfasen, planleggingsfasen, utviklingsfasen, og slutfasen. Gruppa har lagt vekt på samfunnsnytte og gjennomførbarhet i beslutningsprosessen. Planlegging, felles forståelse og kontroll er lagt vekt på i alle fasene. Teamet har fått erfaring i prosjektstyring med svært frie rammer, og samtidig fått erfaring med å jobbe i team. Bruk av Lego EV3-roboter med programmering i Python er begrensningene som er satt i prosjektet. Sammen med tidsaspektet, er dette de styrende faktorene for ambisjonsnivået til prosjektet.

Sammendrag

Teamet har laget et dynamisk solcellepanel som følger solen i to akser. Roboten tar in posisjonsdata og nøyaktig tidspunkt, for å beregne hvor solen sin posisjon er til enhver tid. Da kan roboten rotere slik at solcellepanelet alltid er vinklet for maksimal solenergiproduksjon. Prosessoren, solcellepanel og infrastruktur er bygget og hentet fra Lego EV3 serien, mens koden er programmert i Python. I arbeidsprosessen har planlegging og kontroll vært i fokus. Gjennomførbarhet og samfunnsnytte er lagt vekt på i utviklingen av roboten. Utviklingen har foregått i faser, der hver fase har vært essensiell for å bygge videre på sluttresultatet av prosjektet. Resultatet er en robot som kan øke energioutput til et solcellepanel med 30-40% (Logan & W. Raichle, 2013, s 5) sammenlignet med et stasjonært system. Vi konkluderer at sammen med effektivisering av solcellepanel og ansvarlig plassering vil en dynamisk solcelleinstallasjon være en god måte å produsere energi på i fremtiden.

Abstract

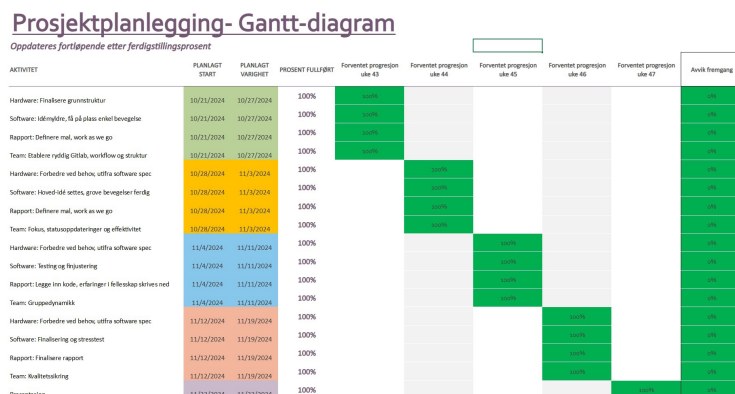
The team has developed a dynamic solar panel that follows the sun on two axes. The robot uses positional data and precise time information to calculate the sun's position. The robot is then able to rotate the solar panel to always be angled for maximum energy output.

The processor, solar panel, and infrastructure are sourced from the Lego EV3 series, while the code is programmed in Python.

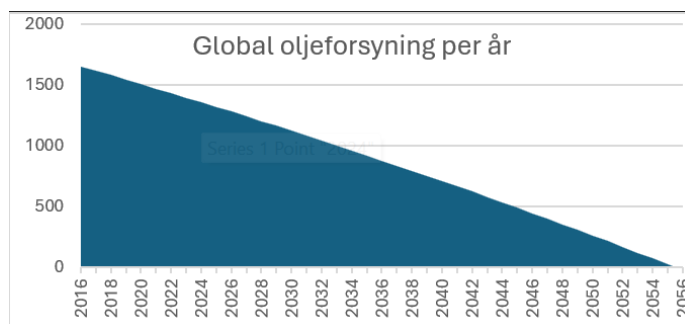
Planning and control has been a focus point during the entire project. Feasibility and sustainability were key factors in the development of the robot. The development was divided into phases, with each phase being essential for the final outcome of the project.

The result is a robot that can increase the energy output of a solar panel by 30-40% (Logan & Raichle, 2013, p. 5) compared to a stationary system. To conclude, along with the efficient use of solar panels and responsible placement, a dynamic solar installation can be a valuable energy source for the future.

Figurliste



Figur 1: Gantt-diagram som er brukt underveis i prosjektet for å planlegge og overvåke fremdriften.



Figur 2: Tall på den vertikale akse tilsvarer milliarder tonn olje. Data er hentet fra U.S. Energy Information Administration rapport “Short-term energy outlook: Global oil fra 2023 og er regnet frem med dagens relativt moderate forbrukstrender. (En årlig økning på rundt 900,000 fat daglig)

```
# If device clock is wrong
if time.time() < 1729706362:
    ACTUAL_TIME = 1731068556
    TIME_DIFF = ACTUAL_TIME - time.time()
else:
    TIME_DIFF = 0

def get_time():
    return time.time() + TIME_DIFF
```

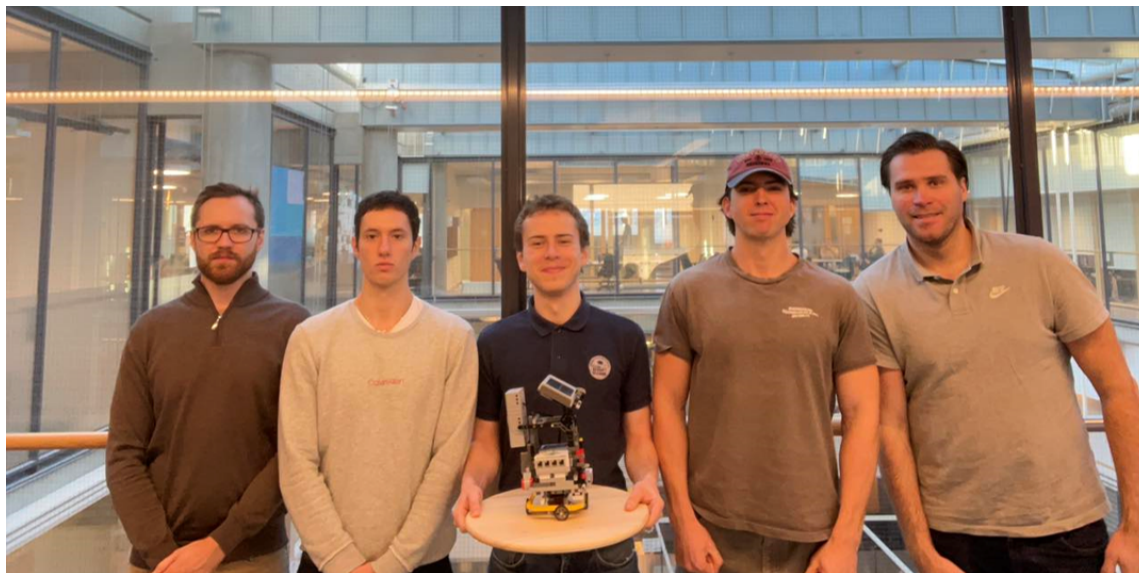
Figur 3: Kodeutsnitt av midlertidig tidsberegning

Introduksjon

Hva er prosjektet?

Denne rapporten er utarbeidet som en del av prosjektoppgave i IDATT1004, Teambasert Samhandling ved NTNU. Prosjektet har som mål å designe og bygge en Lego EV3 robot prototyp som simulerer dynamisk solcellepanel som sporer solen i to akser. Dette er en praktisk illustrasjon av hvordan teknologi kan bidra til å forbedre utnyttelsen av solenergi, som er en viktig del av løsningen på dagens energikrise. Arbeidet har tatt utgangspunkt i FNs bærekraftsmål, spesielt mål 7 (Ren energi til alle) og mål 13 (Stoppe klimaendringene). I rapporten beskriver vi prosjektets mål, arbeidsprosesser vi har vært gjennom, og resultater vi har funnet. Vi forklarer også hvordan teamet har jobbet for å løse oppgaven, hvilke utfordringer vi har støtt på, og hvordan vi har håndtert dem. Hensikten med rapporten er å dokumentere arbeidsmetoden og presentere resultatene på en måte som kan inspirere til videre arbeid innenfor dette feltet. Hvordan kan vi gjennom bruk av teknologi forbedre utnyttelsen av solenergi ved hjelp av et dynamisk solcellepanel som sporer solen i to akser?

Hvem er teamet?



Teamet og roboten

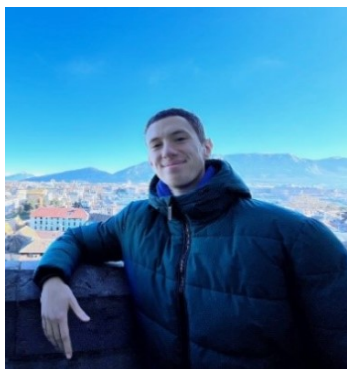
Teamet består av fem dataingeniørstudenter ved NTNU, som har kombinert sine ulike styrker og erfaringer for å lage prosjektet "To-akset sporing i solcellepaneler". Vårt felles mål har vært å bygge en løsning som simulerer potensialet for teknologi innen solenergi. Gruppens medlemmer er:

Stian Mathisen Myrbekk



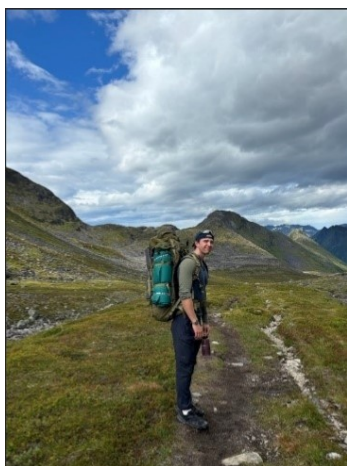
En lidenskapelig Dataingeniørstudent ved NTNU i Trondheim. Stian bor på Tiller sammen med kone, to barn og hund. På fritiden liker han å være aktiv med blant annet lek med familie, fotball og turer. Andre ting han bruker fritiden på, er data og gaming, krypto/blokkjedeteknologi og innovasjon. Han har jobbet på fruktlager i omtrent 16 år før han bestemte seg for å endre karriereretning. Har opparbeidet seg en solid arbeidserfaring innen forskjellige arbeids- og ansvarsområder.

Mateja Vasic



19 år gammel dataingeniørstudent ved NTNU, opprinnelig fra Kongsberg. Sterk interesse for teknologi og har opparbeidet en solid teknisk forståelse gjennom studieløpet hittil. Bredt spekter av interesser som bidrar til en allsidig bakgrunn. Ivrig klatrer og basketball-spiller. Liker å utforske naturen gjennom turer i friluft, samt lese bøker.

Oliver Higgins



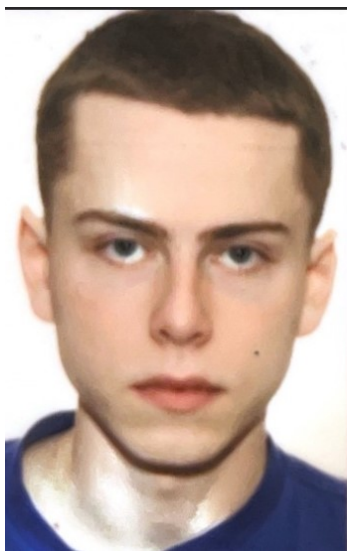
Med nesten fem år i forsvaret, tar han med seg viktigheten av gode holdninger fra sin tid i tjeneste og ser på ingeniørstudiet som en arena for nye utfordringer. Han er opptatt av verdiskaping, internasjonale forhold, entreprenørskap, bevaring av viltområder og økologisk mangfold, forsvarsindustri samt eventyr og motorsykler.

Audun Nåvik Rosvold



Dataingeniørstudent ved NTNU. Fra Trondheim og flyttet tilbake til Trondheim etter å ha utforsket sør- og østlandet i noen år. Bor for tiden på Risvollan med samboer. Har jobbet med utvikling av styringssystem for forbrenningsanlegg siden 2020. Er for tiden interessert i snekring, verktøy, programmering av smarthusdingser, planter, trening og astronomi.

Audun Andreas Langeland Aakermann



Audun studerer for øyeblikket BIDATA ved NTNU Trondheim. Har lenge vært interessert i programmering og alt som innebærer data. Er også veldig interessert i matte og fysikk, men på fritiden går det mest i gitarspilling og å henge med venner. Ellers er han veldig glad i å lage mat, trening og å lese bøker.

Programmeringsmessig har han erfaring med Python og Java fra studiet, men også HTML, JS, CSS, C, blant annet, fra egne prosjekter / tidligere kurs.

Problembeskrivelse

Det er lett å se at verden den dag i dag, avhenger av fossile brensler. Selv om fossile brensler i dag utgjør omtrent 3 % mindre av verdens totale energimiks enn de gjorde i år 2000, står de fortsatt for mer enn halvparten av verdens energiforbruk. Dette er en alarmerende trend. I følge U.S. Energy Information Administrative (EIA) så kommer oljeforbruket til å øke med enda $900 \frac{Kb}{d}$ (1000 fat per dag) i 2024, og igjen $1000 \frac{Kb}{d}$ i 2025. Om disse trendene fortsetter går vi tom for olje innen 2056. (Figur 2- EIA, 2023)

Samtidig står verden ovenfor et økende energibehov. Det totale energiforbruket på jorden har økt med rundt 49% fra år 2000. Fossile brensler påvirker jordens klima negativt langsiktig, mens oljereservene minker daglig. (EIA, 2023) Det er derfor nødvendig med en alternativ løsning. I sammenheng med den endelige prosjektoppgaven i Teambasert samhandling (fagkode IDATT1004, H24), ønsker Teamet å undersøke hvordan teknologi kan bidra til en mer bærekraftig framtid med hjelp av innovative løsninger.

Med utgangspunkt i dette, samt FNs bærekraftsmål (7 og 13), har vi valgt å utforske hvordan energiproduksjonen til solcellepaneler kan maksimalt utnyttes med automatiserte løsninger (FN-sambandet, 2023). Formålet med denne rapporten er å presentere en modell av et to-akset-solcellepanel som sporer solen, laget med en Lego EV3. Et slikt dynamisk solcellepanel vil i praksis optimalisere sin energiproduksjon så lenge solen skinner.

Teori

Solcelleteori

Solcellepanel produserer energi når energirike fotoner fra soler treffer solcellene i panelet. Cellene er halvledere som er tilsatt forskjellige grunnstoffer, tilsettingsprosessen kalles doping. Fotonene som treffer panelet absorberes av halvlederen i panelet. Den ekstra energien i halvlederen lar elektroner i halvlederen strømme gjennom panelet. Denne strømmen utnyttes til å lage strøm. Enkelt gir doping flere elektroner til halvlederen slik at panelet har overflødige elektroner som kan produsere strøm. “Photovoltaic” solcellepanel er den vanligste solcelletypen, den kan lages av mange forskjellige materialer, men grunprinsippet er fremdeles det samme.

En solcelle vil være mest effektiv når sola stråler direkte inn på panelet. Solceller skaper fortsatt strøm ved overskyede forhold eller “vinklet” innstråling, men energi-outputen er betraktelig lavere. Det er vanskelig å fastslå hvor mye mer effektivt et solcellepanel med solsporing er i forhold til et sørvendt fiksert panel, da det er mange ukontrollerbare og umålbare faktorer som spiller inn. Det man ser er at paneler med solsporing er i gjennomsnitt er 30 – 40% mer effektive enn fastmonterte (A. Blok for palmetto.com, 2024)

Solsporing

Solsporing bruker tiden på året, tiden på døgnet og egenposisjonsdata for å vite hvor sola skal befinne seg på himmelen i forhold til solcellepanelet, og vinkler panelet deretter. Metodikken er helautomatisert og krever solid, robust kode for å kunne operere pålitelig uten langvarig nedetid. Det finnes også sporing som følger en tekniker sin input. Solsporing har to hovedtyper. Én-akset og to-akset. Én-akset sporing sporer i hovedsak sola fra øst til vest med en optimalisert vending mot sør. Panelet vil ikke kunne stå direkte mot solen hele dagen, men følger sola relativt bra. Én-akset sporing tillater en enklere løsning som gir panelet betydelig økt effektivitet. To-akset sporing vil alltid stå direkte mot sola, som sørger for maksimal energiutnyttelse. Effektforskjellen mellom et én-akset og to-akset system er målt til 10%-20% (M. Ponce-Jara, et al. 2021)

Lego-EV3

LEGO EV3 er et fleksibelt robotsystem utviklet av LEGO som gir brukere mulighet til å programmere og styre roboter på en kreativ og praktisk måte. Systemet bruker Python-koding og annen programvare for å kontrollere motorer, sensorer og andre komponenter via en intelligent prosesseringsenhet kalt EV3-klossen. Med EV3 kan brukerne bygge roboter som kan utføre ulike oppgaver ved å reagere på omgivelsene gjennom sensorer som måler berøring, farge, ultralyd og bevegelse. Det dermed mulig å simulere solsporing med EV3en, som er bakgrunnen for valg av både prosjekt og EV3 som utstyr.

Bærekraft og samfunnspåvirkning

EIA (United States Energy Information Administration) betegner biomasse, hydro-, geotermisk-, vind- og solenergi under betegnelsen “fornybar energi”. Per 2023 stod fornybare energikilder for 30% av verdens totale el-produksjon hvor sol energi stod henholdsvis for 4.5% av disse. (Ember Energy, 2024). Objektivt bør denne prosentandelen økes betraktelig dersom vi skal klare å nå FN's mål om

netto-null i 2050. (FN-Sambandet, 2023) Store aktører, politikk, økonomi, motstridene agendaer, med mer gjør dette til et svært vanskelig og komplekst problem. Poenget her er ikke å adressere energiproblemet i sin helhet, men heller adressere “dual Axis” solcellesystemet sin mulige rolle.

At irradiance levels between 700 and 900 $\frac{W}{m^2}$, the fixed tracking system dropped significantly to 80 Watts, as the single and double axis trackers converged at 140 Watts. This range of radiance proves to be the most significant as it is a common operating range, and houses the most significant difference in performance between the fixed and axis oriented system. (Logan & W. Raichle, 2013, s 5)

Sitatet ovenfor refererer til en studie gjort ved Appalachian State University i 2012. Identiske solcellepanel satt opp med statiske og dynamiske sporere på samme lokasjon i en 3 måneds periode, viser at dynamiske sporere øker effektiviteten til et panel i små systemer.

Metode

Strukturering

I prosjektets startfase ble det gjennomført flere prosjektmøter for å kartlegge blant annet prosjektets omfang, planlegge/strukturere arbeidet som var nødvendig og fordeling av arbeidsoppgaver. Det ble utarbeidet en prosjektplan som var delt inn i faser, der gruppen satte et mål for gjennomføring ukentlig frem mot innlevering. For oversikt underveis og sporing av fremgang ble det opprettet en fremdriftsplan med oversikt over fokusområder i gjeldende uke, samt et gantt-diagram for å spore fremdrift basert på forventet ukentlig aktivitet, i henhold til prosjektplan. Issueboardet i GitLab ble også benyttet slik at gruppen hadde oversikt over prosjektarbeidets fremgang. I all hovedsak ble prosjektet delt opp i 4 konkrete faser, fordelt på arbeid ukentlig. I Uke 1 var hovedfokuset på idémyndring, planlegging, kartlegging, fordeling og begynne å utvikle designet på roboten. I Uke 2 var hovedfokuset å ta endelige avgjørelser på de forskjellige elementene, slik at gruppen kunne jobbe mer målrettet med de forskjellige delene. Det var også et mål å være godt i gang med produksjonen. I uke 3 fokuserte vi på å se over arbeidet som var gjort og å diskutere/tilføre forbedringer ved behov. Denne uken var fokuset på produksjonsarbeid. I uke 4 var hovedfokuset å gjennomføre testing av utført arbeid og ferdigstille de forskjellige delene. Underveis i prosjektukene ble det også gjennomført veiledningsmøter og standup-møter med studentassistent og faglærer for å kartlegge hva som var gjort, planen videre og eventuelle problemer.

Utvikling

Robot

Robotens design er utviklet med bakgrunn i delene som var nødvendig å ha med for å gjennomføre funksjonene som var ønskelig. Hovedsakelig skulle roboten ha to funksjoner. Rotasjon vertikalt og horisontalt for å peke mot solens retning gjennom en hel dag. På grunn av nødvendige ledninger mellom prosesseringsenheten til EV3-en og motorer var det nødvendig med et fundament som kunne stabilisere hele strukturen. Dette ble løst med å feste legobiter til en treffjøl med skruer. Deretter måtte resten av strukturen stabiliseres sideveis 360 grader. Dette på grunn av mye vekt fra utstyret. Dette ble løst ved å lage en ramme med et hjul på midten av hver side av rammen, som sørget for stabilitet og nødvendig bevegelighet. Deretter ble det laget en ramme for å feste prosesseringsenheten til fundamentet på en slik måte at denne kunne rotere med resten av strukturen, uten å rotere fundamentet. For å skape rotasjon horisontalt ble det benyttet en EV3 lego-motor. På grunn av noen begrensninger som LEGO medfører ble det satt inn giring, i form av tannhjul med forskjellige dimensjoner, for å oppnå jevn og ønskelig rotasjon. Videre ble det laget en ramme for festet til solcellepanelet. Dette ble plassert slik at solcellepanelet hadde nødvendig plass til å justere posisjonen i vertikal retning. Deretter lagde vi en løsning for festet til motoren som roterte vertikalt, slik at det også her var mulig å benytte tannhjul for å gire ned hastigheten for en jevnere og mer presis rotasjonsbevegelse. Etter grunnstrukturen var på plass ble det gjennomført mange tester for å koordinere og optimalisere timingen mellom de forskjellige delene. Det ble også benyttet et GoPro-kamera som ble festet på solcelleanlegget for å dokumentere hvorvidt bevegelsen samsvarte med forventningene.

Kode

Koden er delt inn i flere filer. De viktigste er `sun_position.py` og `sun_tracker.py`, som regner ut solens posisjon for en gitt geografisk posisjon til en gitt tid, og posisjonerer solcellepanelet slik at det alltid peker mot solen. Det har i tillegg blitt produsert filene `gear.py`, `robot.config.py` og `main.py`, for å ha ryddig kode. I `sun_position.py` finnes klassen `SunPosition`, hvis oppgave er å beregne solens høyde over horisonten i grader, og solens himmelretning (azimuth) i grader. Azimuth er et desimaltall mellom 0 og 360, hvor nord er 0°, øst er 90°, sør er 180° og vest er 270°. Klassen bruker algoritmer fra biblioteket `suncalc` sammen med UTC-tidspunkt, innsendt lengdegrad og breddegrad, for å beregne solens posisjon. `Sun_tracker.py` inneholder klassen `SunTracker`, som holder på robotens lengdegrad og breddegrad, samt solcellepanelets himmelretning og vinkel. Klassen har funksjonene `set_altitude`, `set_azimuth` og `track`. `Set_altitude` stiller inn riktig vinkel på panelet. `Set_azimuth` stiller inn riktig himmelretning. Både `set_altitude` og `set_azimuth` brukes for å stille inn panelet ved oppstart; derfor kjører begge funksjonene motorene i høy hastighet. `Track` sørger for å kontinuerlig justere panelet så det alltid peker mot solen. `Gear.py` er laget for å effektivisere beregning av girforhold under utviklingen av roboten. I `robot.config.py` blir roboten konfigurert, motorporter blir definert og motorhastigheter ved oppstart og sporing settes. I `main.py` importes de andre filene, geografisk posisjon settes og solcellepanelets vinkel og himmelretning ved oppstart settes. Videre kjøres `SunTracker.set_altitude` og `SunTracker.set_azimuth`, før `SunTracker.track` kjøres i en `while-loop`. Ettersom det ikke lot seg gjøre å installere `SunCalc` biblioteket på EV3, ble den relevante koden fra `SunCalc` kopiert inn i `sun_position.py`. Koden fra `SunCalc` ble deretter modifisert for å unngå bruk av `NumPy`, da det gav samme problem.

`Sun_position.py` filen regner ut solens posisjon basert på tid. Her bruker vi mange formler (er

det grunn til å forklare alt vi gjør her?). Vi lagrer denne dataen i en klasse kalt `SunPosition`. `Sun_tracker.py` stiller inn roboten til solens nåværende posisjon ut ifra dataen lagret i `SunPosition` klassen. OOP paradigme til utvikling og strukturering av kode Utfordringer og justeringer Underveis i prosjektet ble det nødvendig å justere både den strukturelle utformingen og koden for å optimalisere solsporingen og sikre stabil drift over tid. En av de forventede utfordringene var å oppnå tilstrekkelig strukturell robusthet i LEGO-konstruksjonen, slik at roboten kunne utføre langsomme og gjentakende bevegelser uten å påvirke kabelføringen negativt. Fordi solcellepanelet, energimåleren og prosesseringsenheten skapte en overvekt mot fronten, ble robotens tyngdepunkt skjevt, noe som svekket stabiliteten og belastet girsystemene. Etter lengre perioder med rotasjon og bevegelse kunne dette føre til at girene mistet kontakten, noe som stoppet rotasjonen. For å løse denne utfordringen ble roboten festet til en stabiliserende plate, noe som reduserte problemet med vektbalanse og ga en stødigere base. Videre ble det gjort små justeringer rundt girsystemet for å sikre at det kunne tåle langvarig rotasjon. Når det kom til programvaren, ble også noen planlagte justeringer nødvendige for å finjustere rotasjonshastigheten. Opprinnelig var motorhastigheten for høy, så roboten roterte raskere enn ønsket, noe som ville påvirket dens evne til å følge solens bane presist. For å oppnå riktig rotasjonshastighet ble det utført utregninger for å gire motorene ned, slik at roboten fullfører én rotasjon i løpet av et døgn (1 grad / 4 minutter). Denne tilpasningen gir best mulig hastighet for horisontal rotasjon, slik at roboten kan følge solen gjennom hele dagen med jevn presisjon.

Samarbeid og kommunikasjon

Underveis i prosjektet har det blitt tatt i bruk en rekke forskjellige verktøy. Gruppen har hovedsakelig kommunisert gjennom Messenger, GitLab og E-post. Messenger ble brukt for å avklare oppmøte på skolen, GitLab ble primært brukt som versjonskontroll for koden og E-post ble brukt for å avtale veiledningsmøter med studentassistenter. Veiledningsmøtene ble holdt for å videreføre prosjektets status til studentassistenter, samt komme med eventuelle tilbakemeldinger til hverandre. I tillegg til veiledningsmøtene har vi hatt stand-up møter med faglærer og studentassistent der alle teammedlemmene presenterte arbeidet de holdte på med og planen videre. Selve modellen vår er som nevnt bygget med en Lego EV3 som grunnstruktur. Koden vi har skrevet er skrevet i microPython og algoritmen vi bruker er hentet fra SunCalc biblioteket. Metodene vi tok i bruk fra dette biblioteket ble importert manuelt, ettersom at vi ikke fikk til å laste ned biblioteket på EV3-en. Resultater

Administrative resultater

Arbeidsprosessen i dette prosjektet ble strukturert gjennom, hovedsakelig, en detaljert prosjektplan som la grunnlaget for hvordan arbeidet i hver enkelt oppgave og fase skulle fordeles og gjennomføres. Teamet hadde et innledende møte ved prosjektstart for å kartlegge oppgaven og sette mål for hvordan det skulle gjennomføres. Senere ble det gjennomført et underveismøte for å vurdere fremdriften og tilpasse arbeidsplanen. I tillegg gjennomførte teamet tre veiledningsmøter med studieassistent, der vi fikk gode tilbakemeldinger. Det ble også avholdt to stand-up møter med faglærer, som ga oss et inntrykk av hvordan vi lå an tidsmessig, og hvordan arbeidet burde fordeles. Møtereferat fra de to første veiledningsmøtene ligger vedlagt i rapporten.

Fordelingen av arbeidsoppgaver ble gjort med utgangspunkt i prosjektplanen. Arbeidsoppgavene ble fordelt/tilpasset etter gruppemedlemmenes kompetanse, ønsker og interesseområder. Dette bidro til en god arbeidsflyt hvor alle bidro til prosjektets ulike deler, som design/bygging av roboten og

utvikling av kode og dokumentasjon. Selv om oppgavene var godt fordelt, oppsto det til tider behov for små justeringer. Dette gjelder spesielt i tilfeller hvor oppgaver ble fordelt for spesifikt på enkelte medlemmer, noe som kunne ført til at prosjektoppgavens mangfold ikke ble dekket av alle. Ved å sikre at alle fikk arbeide med ulike deler av prosjektet, oppnådde vi både en helhetlig forståelse og en mer balansert arbeidsfordeling.

Gjennom 6 obligatoriske møter, gruppemøter på eget initiativ og kontinuerlig kommunikasjon gjennom prosjektukene ble både fremdrift og kvaliteten på arbeidet styrket. Veiledningsmøtene ga oss nyttige innspill til å forbedre løsningen, og den jevnlige oppfølgingen gjennom prosjektplanen gjorde at vi nådde så og si alle mål innen tidsfristen som var satt. Resultatet er et prosjekt hvor administrasjonen og planleggingen har vært avgjørende for å sikre et godt strukturert og produktivt samarbeid, noe som gjenspeiles i både prosessen og sluttresultatet.

Tekniske utfordringer

Et uventet problem vi støtte på var justering av prosessorenheten sin interne klokke. Prosessorenheten tror det er 13.april 2020. Dette er et problem, ettersom vi er totalt avhengige av klokken for å regne ut solens posisjon. Det er teknisk sett mulig å stille enheten, men man trenger administrator-innlogging til roboten, noe verken vi eller faglærer har tilgang til. Løsningen var å lage en funksjon som tar den faktiske tiden (ACTUAL_TIME) og prosessoren sin “nåværende tid” (time.time()) i sekunder siden 1970 (slik Lego EV3 sin prosessorunit avgjør tiden). Den nåværende tiden vil da være en funksjon (get_time()) som er det tenkte klokkeslettet til roboten pluss tidsdifferansen. (se figur 3)

(Figur 3) Et annet problem som oppsto under testing var at roboten noen ganger stoppet av seg selv under testing, uten å gi feilmelding av noe slag. Dette gjorde det vanskelig å teste roboten over lengre perioder, dermed kunne vi ikke vite med sikkerhet om roboten faktisk sporet solen nøyaktig. Løsningen vår her var å lese av motorenes rotasjonshastighet, for å sjekke om hastigheten stemte overens med den forventede verdien. Det viste seg at hastigheten hadde en varians rundt 10 %, men fulgte ikke et spesifikt mønster, så det var umulig for oss å rette opp i dette. Roboten vil altså enten rotere litt raskere eller saktere enn det den er innstilt til og ikke følge solen helt presist.

Avklaring

Dette er ikke en rapport om solceller eller effektforskjeller mellom dynamiske og stasjonære panel. Når det er sagt, er det viktig å ha kunnskap om ovenfornevnte dersom man vil trekke konklusjoner, vurderinger eller se på “nyttien” til systemet i en større helhet. Det vi ser er at det er vanskelig å finne et helt entydig svar da lokasjon, paneler brukt, målestyr etc. gir sprik i resultater. Vi velger å omtale et to-akset-sporingssystem som 30-40% mer effektive enn stasjonære system, og 10-20% mer effektive enn et én-akset-system. Det er verdt å nevne at den faktiske effekten kan variere fra oppgitte intervaller med hensyn på eksterne faktorer og avvik i regning. Diskusjon

Målet med diskusjonskapittelet er å gjøre en kritisk vurdering av arbeidet gjort, og læringsutbytte. Resultatet vi sitter igjen med er en fungerende robot som sporer sola for maksimal energi produksjon. Oppgaven vi gikk ut for å løse, å lage en modell for effektivisering av solenergi produksjon, har Teamet løst. En viktig faktor til vår suksess mener vi er et godt samarbeid, det har alltid vært lav takhøyde for å sparre om problemer vi står ovenfor. Problemer i både kode og konstruksjon har vi

løst relativt raskt ved hjelp av hele Temaet. Samarbeid og åpenhet ser vi på som viktige attributter i et godt samarbeidsmiljø. Vi har hatt en tydelig forventningsavklaring i starten av prosjektet, der vi går over holdninger som det forventes av gruppa. Vi ser at det å være ærlig og tydelig fra starten har skapt et godt arbeidsmiljø, med lav takhøyde for å si ifra. Gruppas gode samarbeid er sannsynlig en betydelig faktor til hvor smidig og problemfritt prosjektet har vært. Teamet har løst prosjektarbeidet på en god måte. Planlegging og kontroll har vært et fokuspunkt igjennom hele prosjektet. Det vi ser i retrospekt, er at vi undervurderte hvor lang tid testing og finjustering tar. Vi har erfart at det å sette opp roboten og den initielle koden tar relativt kort tid sett opp mot justeringer/ finalisering. For oss førte dette til at vi, i Uke 44 (2024) satt med følelsen av god tid til å fullføre prosjektet. I realiteten hadde vi flere uker med kun justeringer igjen. Det vi tar med oss er viktigheten av å sette av god tid til testing og ferdigstilling. Vi mener nøkkelen til et godt prosjekt består av en rask og effektiv beslutning og planleggingsfase, en strukturert og nøye utviklingsfase med god tid til finalisering og finpuss. Vi er fornøyde med grunnlaget lagt i planleggingsfasen, men også vår dynamiske tilnærming; vi har endret på timeplanen ut ifra behov, spesielt med tanke på finjustering av roboten. Det er også verdt å nevne gruppas fokus på kontroll i alle faser er noe vi så på som et suksesskriterie. Ved oppstart gjøre vi rede for hverandres oppgaver, underveis i arbeidsøkt gjennomførte vi små møter og på slutten av øktene tok vi en oppsummering av dagen og felles føring av timelister. Vi er fornøyde med kontrollen som har vært utvist i alle faser. Det vi ser på som den største overføringsverdien vi kan ta med inn i fremtidige prosjekter er forarbeidet med å bli kjent, sette tydelige forventninger til innsats og holdninger, samt strebe etter å skape en god samarbeidskultur hvor man setter rutiner for små samarbeidsmøter og sørger for lav takhøyde til å sparre med teamet. Vi mener og det er viktig at alle gruppa går inn i et prosjekt med mindsett at en selv har styrker som teamet trenger, det samme har de andre gruppemedlemmene. Et godt samarbeidsmiljø er helt essensielt for effektiviteten og resultatet.

Konklusjon

Prosjektet har gitt oss en god forståelse av hvordan teknologi kan brukes for å optimalisere energi-produksjon fra solcellepaneler, ved å legge til funksjoner som gjør anlegget bevegelig. Vi har, ved hjelp av Lego ev3, bygget en modell som demonstrerer prinsippene for dynamisk solsporing. Etter-som at dette er kun en prototype med de begrensninger som lego-utstyret medførte, i tillegg til det voldsomme værskiftet Trondheim har å by på, har vi ikke klart å bekrefte teorien om at et to-akset sporingssystem kan øke effektiviteten med 30-40%. Men vi har klart å bygge en robot som, til en viss grad, oppnå målene vi satt oss på forhånd. Teamets samarbeid og tydelig målsetning i tidlig fase av prosjektet har vært avgjørende for å kunne ferdigstille prosjektet innen tidsfristen som ble gitt.

Effektivitet og begrensninger

Roboten vi har laget oppfyller kravene til å spore solen i to akser. Løsningen vår har vist seg å være relativt robust innenfor de tekniske begrensningene som Lego EV3 medfører. Likevel er det noen områder som kunne vært forbedret. Presisjonen til motorene begrenset robotens nøyaktighet, og klokkesynkroniseringen i EV3-prosessoren skapte noen utfordringer som krevde midlertidige/justerte løsninger. Videre kunne vi ha bygget en kraftigere og en mer robust konstruksjon, selv om Lego også her begrenser våre muligheter, kunne vi ha brukt mer tid for å finne en konstruksjon som tåler mer langvarig drift.

Hva har vi lært?

Prosjektet har gitt oss praktisk erfaring i å bygge/jobbe med komplekse problemstillinger i team. Vi har lært viktigheten av grundig planlegging, utviklingsprosesser og håndtering av utfordringer. Gjennom arbeidet som er gjort har vi fått økt forståelse av hvordan små endringer i design og kode kan ha stor innvirkning på sluttresultatet. I tillegg har vi styrket våre ferdigheter innen prosjektstyring, teknisk problemløsning og samarbeid i team, noe som vil være nyttig i fremtidige prosjekter.

Hva tar vi med videre?

Flere av metodene og erfaringene vi har tilegnet oss gjennom dette prosjektet, vil være nyttig i nye relevante prosjekter. Ansvarsfordeling, regelmessige møter og en åpen/fleksibel samarbeidsstruktur har vist seg å være effektiv for fremdriften til prosjektet. I fremtidige prosjekter ville vi ha prioritert å sette av mer tid til blant annet enda mer tydelige dagsplaner, samt mer testing og finjustering, for å oppnå en bedre kvalitet på sluttresultatet.

Vurdering av to-akset kontra én-akset sporingssystem

Teamet har valgt å lage et to-akset trackingsystem over et enklere én-akse system. Grunnen til dette er ønsket om å lage den mest komplekse løsningen. Det er derimot ikke implisitt at vi mener dette er den beste løsningen. Et to-akset system er noe mer effektivt sett opp mot en akse, men produksjon og vedlikehold er sannsynlig mer krevende. Hvilket system som er best, avhenger sannsynlig av hvem som er energiprodusent og lokasjonen til systemet. En energiprodusent med sterk økonomi, kontroll og struktur. Evne til å vedlikeholde installasjonen jevnlig og effektiv, i et område med

relativ lett fremkommelighet vil sannsynlig ha høyest nytte av et to-akset system. Produsenter i mindre utviklede områder, dårligere økonomi og dårligere evne til å utøve vedlikehold grunnet ferdigheter, fremkommelighet eller ressurser vil sannsynlig ha større nytte av et mer primitivt system. Oppsummert er et dynamisk system mest effektivt, men det krever mer å installere samt vedlikeholde. Vi har erfart at det er mange bevegelige deler og generelt mange mulige feil. En fungerende løsning trenger raffinering og testing. Vi tror vedlikeholdbarhet og robusthet må ligge til bunn for global adopsjon.

Bærekraft og samfunnspåvirkning

Helt isolert kan en si at et dynamisk system tilsvarende det vi har laget, øker produksjonen av bærekraftig energi. Et panel som bruker en sporer produserer mer energi enn et panel som ikke bruker sporer, systemet bidrar derfor til en mer bærekraftig energiutvinning, gitt at sporeren i seg selv ikke fører til for store utslipp. Vi antar at sporerer i fremtiden er laget på forsvarlige metoder som støtter fornybarhetsmålene den er satt til å forbedre. Energiproduksjon fra solceller har som alle andre energikilder noen nedsider. Panelet har en levetid på ca. 30 år og må derfor gjenvinnes slik at metaller kan gjenbrukes og lages til nye mer effektive paneler. Gjennvinningsprosessen er viktig for hvor bærekraftig energikilden er, da solenergi-produksjon har potensiale til å frembringe store mengder avfall. Et annet aspekt er arealbruk. Plass er en svært begrenset ressurs og det er viktig at biologisk mangfold ikke blir truet av en ren energi transisjon. Å klare å bruke areal som ikke er for stor hindring for mann eller natur. Solceller har potensiale til å produsere store mengder av den energien verden trenger. Effektive og gjenvinnbare paneler, som følger sola for best mulig innstråling og plasseres ansvarlig ser vi på som en god kandidat til å bære en stor andel av energibehovet i fremtiden.

Anbefalinger for videre arbeid

Vi har noen tanker om hvordan prosjektet kan videreutvikles basert på våre erfaringer fra prosjektet. For det første anbefaler vi mer robust og presist utstyr, spesielt når det gjelder motorene og byggeklossene vi brukte. Lego EV3 er lettanvendelig, men det har sine begrensninger, og vi tror en kraftigere plattform kunne gitt bedre resultater, særlig med tanke på langvarig bruk og nøyaktighet. En mer avansert prosessor som kan håndtere tidssynkronisering uten omveier hadde også spart oss for mye tid og frustrasjon. Når det gjelder koden, tror vi at automatisert testing kunne gjort en betydelig forskjell. Ved å ha verktøy som tester robotens bevegelser og avvik automatisk, kunne vi oppdaget og fikset feil raskere. Det hadde også vært spennende å se hvordan denne prototypen kunne blitt tilpasset til faktiske solcelleanlegg, kanskje til og med i et større format med enda bedre sensorer og motorer. Et annet punkt vi vil trekke fram, er løsningen vår med hjul for å unngå tvinning av ledninger. Det funket greit i vår prototype, men for en videreutviklet løsning ville det vært bedre å bruke tilpassede motorer og rotasjonssystemer som kan gjøre en full rotasjon uten at ledningene blir et problem. Dette ville gjort hele oppsettet mye mer stabilt og pålitelig. Kort oppsummert: Med bedre utstyr, smartere koding og litt mer tid til testing og finjustering tror vi denne prototypen kan utvikles til noe som virkelig kan brukes i praksis. Det er en løsning som kan løse et reelt problem teoretisk, men den trenger litt ekstra kjærlighet og ressurser for å nå sitt fulle potensial i den virkelige verden.

Litteraturliste

- P. Logan, B.W. Raichle (2013) PERFORMANCE COMPARISON OF FIXED, SINGLE, AND DUAL AXIS TRACKING SYSTEMS FOR SMALL PHOTOVOLTAIC SYSTEMS WITH MEASURED DIRECT BEAM FRACTION
- W. Marion, A. Dobos (2013) ROTATION ANGLE FOR THE OPTIMUM TRACKING OF ONE AXIS TRACKERS
- M. Ponce-Jara, C. Velásquez-Figueroa, M. Reyes-Mero, C. Rus-Casas, 2021 PERFORMANCE COMPARISON BETWEEN FIXED AND DUAL-AXIS SUN-TRACKING PHOTOCOLTAIC PANELS WIT AN IOT MONITORING SYSTEM IN COSTAL REGIONS OF ECUADOR.
- FN-Sambandet(18. september, 2023) Stoppe klimaendringene. FN-Sambandet. Hentet 10. november. 2024 fra <https://fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/stoppe-klimaendringene>
- FN-Sambandet (18. september, 2023) Ren energi til alle. FN-Sambandet. Hentet 10. november 2024 fra <https://fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/ren-energi-til-alle>
- Ember-Energy (9. oktober 2024), World, Ember. Hentet 10. November 2024 fra <https://ember-energy.org/countries-and-regions/world/>
- Andrew Blok (30. august 2023) Sun Tracking Solar Panels: Are they worth it? Palmetto. Hentet 3. november 2024 fra <https://palmetto.com/solar/sun-tracking-solar-panels-worth-it>
- <https://www.nettavisen.no/okonomi/statnett-med-full-alarm-norge-vil-trenge-mye-mer-strom-enn-tidligere-antatt/s/5-95-864668>
- U.S. Energy Information Administration. (2023). Short-term energy outlook: Global oil. U.S. Department of Energy. Hentet 2. november 2023 fra https://www.eia.gov/outlooks/steo/report/global_oil.php
- Broham. (2017). suncalcPy [Python-programvare]. Hentet fra <https://github.com/Broham/suncalcPy>

Vedlegg

1. Innkalling til veildninsmøte 1, 2 og 3
2. Møtereferat fra møte veildningsmøte 1 og 2
3. Arbeidskontrakt
4. Timeliste
5. Prosjektplan

Innkalling til veiledningsmøte 1, Team 20

Sted: NTNU Gløshaugen, Elektro, Rom F304/E304

Tid: Onsdag, 4. september, kl. 8.15

Møteleder: Thomas Oliver Wallin Higgins

Deltakere: Mateja Vasic, Audun Nåvik Rosvold, Thomas Oliver Wallin Higgins, Stian Mathisen Myrbekk, Audun Andreas Langeland Aakermann, Shiza Ahmad og Grethe Sandstrak.

Ansvarlig for møtereferat: Stian Mathisen Myrbekk

Saksnummer	Saker	Tid	Beslutning	Ansvarlig person
Sak 1	Status for teametablering	4 min	Nei	Møteleder
Sak 2	Arbeidskontrakt	5 min	Nei	Møteleder
Sak 3	Møteledelse og organisering	10 min	Ja	Møteleder
Sak 4	Planlagt teamutvikling	5 min	Ja	Møteleder

Det blir ingen pauser eller servering underveis i møtet.

Kontaktinformasjon:

Ta kontakt med møteleder, Thomas Oliver Wallin Higgins, tohiggin@stud.ntnu.no, for å gi beskjed dersom du er/blir forhindret fra å møte.

Velkommen!

Team 20

Innkalling til veiledningsmøte 2, Team 20

Sted: NTNU Gløshaugen

Mazemap: <https://link.mazemap.com/5vyiECN4><https://link.mazemap.com/5vyiECN4>

Tid: Onsdag, 23. oktober, kl. 14.35

Møteleder: Audun Aakermann

Deltakere: Mateja Vasic, Audun Nåvik Rosvold, Thomas Oliver Wallin Higgins, Stian Mathisen Myrbekk, Audun Andreas Langeland Aakermann, Shiza Ahmad og Grethe Sandstrak.

Ansvarlig for møtereferat: Stian Mathisen Myrbekk

Agenda:

- Team-utvikling (Deltar alle aktivt i arbeidet? Teamutviklingsaktiviteter?)
- Gjennomgang av prosjektplanen. *OBS: Det sendes en foreløpig versjon av planen sammen med møteinnkallingen. Det gis tilbakemelding på denne før sluttinnlevering.*
- Status for prosjektet (valg av oppgave, fremdrift, aktivitetsdiagram, programmering).

Saksnummer:	Saker:	Tid:	Ansvarlig person:
Sak 1	Team-utvikling	6 min	Oliver
Sak 2	Prosjektplan	5 min	Mateja
Sak 3	Status for prosjektet	10 min	Audun

Det blir ingen pauser eller servering underveis i møtet.

Ta kontakt med møteleder Audun Aakermann, epost aaaakerm@stud.ntnu.no, for å gi beskjed dersom du er/blir forhindret fra å møte.

Velkommen!

-Team 20

Innkalling til veiledningsmøte 3, Team 20

Sted: NTNU Gløshaugen

Mazemap:

Tid: Onsdag 13. november, kl. 14.35

Møteleder: Shiza Ahmad

Deltakere: Mateja Vasic, Audun Nåvik Rosvold, Thomas Oliver Wallin Higgins, Stian Mathisen Myrbekk, Audun Andreas Langeland Aakermann, Shiza Ahmad og Grethe Sandstrak.

Ansvarlig for møtereferat: Stian Mathisen Myrbekk (Dersom nødvendig)

Agenda:

- Alle teammedlemmer skal svare på:
 - Hva har jeg gjort forrige uken?
 - Hva skal jeg gjøre kommende uken?
 - Er det noe som hindrer meg i å gjennomføre det jeg har tenkt å gjøre?
- Klargjøringsrunde

Saksnummer og saker

Saksnummer:	Saker:	Tid:	Beslutning:	Ansvarlig person:
Sak 1	Hva har vi gjort?	10–15 min		Teamet
Sak 2	Klargjøringsrunde	5 min		Teamet

Det blir ingen pauser eller servering underveis i møtet.

Ta kontakt med møteleder Shiza Ahmad + resten av teamet på Messenger dersom man ikke kan møte.

Velkommen!

Team 20

Møtereferat

Dato: 4. september 2024

Tidspunkt: 15.35

Sted: Gløshaugen møterom E304 Elektro

Deltakere: Mateja Vasic, Audun Nåvik Rosvold, Thomas Oliver Wallin Higgins, Stian Mathisen Myrbekk, Audun Andreas Langeland Aakermann, Shiza Ahmad og Grethe Sandstrak.

Referent: Stian M. Myrbekk

Saker

Sak 1: Teamutvikling

- Gruppen er enige om å jobbe sammen for å bli et team, der alle føler seg inkluderte og alle skal få komme til.
- Fokus på fordeling av arbeidsoppgaver slik at alle får en smak av alt.
- Se på bruk av GitLab.

Beslutning:

Enighet om hvordan vi som gruppe/team ønsker å jobbe sammen mot et felles mål. Alle skal sette seg bedre inn i hvordan man bruker GitLab.

Sak 2: Arbeidskontrakt

- Arbeidskontraktens bestemmelser er godkjent av samtlige som møtte, men mangler rutine for håndtering av eventuell utkastelse på grunn av kontraktsbrudd.
- Dette justeres fortløpende.
- Mangler også bestemmelse om hvordan felles beslutninger skal fattes.
- Foreslått å innføre et demokratisk styresystem, og hvis antall stemmer ikke kan avgjøre, skal problemet diskuteres med faglærer.

Beslutning:

Arbeidskontrakt er godkjent av samtlige dersom de nye kriteriene tilføres på avtalt måte.

Sak 3: Organisering

- Ønske om en blanding mellom flytende og fast struktur såfremt dette fremmer en rettferdig og god fordeling av arbeidsoppgaver.
- Enighet om å se an situasjoner og tilpasse deretter, da gruppen/prosjektet fortsatt er i tidlig fase.

- Enighet om å ha større fokus på kartlegging av oppgaver og oversikt/rapportering av utført arbeid.
- Nevnt at gruppen bør benytte pauser i større grad for å fremme en bedre arbeidsflyt.
- Diskutert bruk av issue board (GitLab) for å øke felles forståelse og oversikt for fremdriften.

Beslutning:

Alle skal sette seg inn i bruken av GitLab og på et generelt nivå bidra til å skape et trygt, oversiktlig og effektivt arbeidsmiljø for hele gruppen.

Sak 4: Konfliktbehandling

- Gruppen ønsker lav takhøyde for å si ifra, uansett hva det måtte gjelde.
- Enighet om å etablere en rutine for tilbakemeldinger til gruppen og andre ting som bør tas opp i plenum.
- Foreslått rutine for små og mellomstore problemer: samle gruppen, ta opp problemet og forsøke å finne løsning i fellesskap.
- For problemer utover dette skal kontaktlærer involveres.

Beslutning:

Enighet om hvordan konflikter skal håndteres.

Møtereferat

Dato: 23.10.24

Tidspunkt: 14.35

Sted: Gløshaugen møterom E304 Elektro

Deltakere: Mateja Vasic, Audun Nåvik Rosvold, Thomas Oliver Wallin Higgins, Stian Mathisen Myrbekk, Audun Andreas Langeland Aakermann, Shiza Ahmad

Referent: Stian M. Myrbekk

Sak 1: Godkjenning av møteinnkalling

Møteinnkallingen ble godkjent av samtlige tilstedeværende.

Sak 2: Teamutvikling

Gruppen er enige om å forbedre planleggingen og bruke siste del av hver arbeidsdag til å gjennomgå dagens kode, slik at alle er oppdatert på fremdriften. Det er også avtalt å gjennomføre et sosialt arrangement for å styrke gruppesamarbeidet.

Beslutning: Fokus på strukturert samarbeid og kontinuerlig oppdatering for å skape et inkluderende arbeidsmiljø.

Sak 3: Gjennomgang av prosjektplanen

Prosjektplanen og SMART-mål er gjennomgått med mål om ferdigstillelse innen onsdag uke 46, slik at vi har tid til finjusteringer før presentasjonen. Gruppe 20 forplikter seg til å følge faste rutiner for å sikre høy kvalitet på sluttproduktet.

GitLab-oppdateringer skal gjennomføres på slutten av hver time onsdager og fredager, med en felles 10-minutters gjennomgang av ny kode og fremdrift.

Ansvarlig: Audun R.

Avtalt å sette av én time i uke 45 til gjensidig gjennomgang av kode og idéer med Gruppe 17.

Sak 4: Status for prosjektet

Gruppen har besluttet å utvikle en roterende solcellepanelrobot som kan følge solens bane, noe som vil gi optimal posisjonering hele året og øke energiproduksjonen, samtidig som behovet for ikke-fornybar energi reduseres. Dersom denne ideen viser seg enkel å gjennomføre, vurderes det om hele anlegget kan gjøres terrengtilpasset for bruk på vanskelig tilgjengelige steder, som i skogsområder med gode solforhold.

En grunnleggende prototype er på plass, og gruppen har eksperimentert med rotasjonshastigheter og ulike funksjoner for optimal solfangst. Risikoanalyse og Gantt-diagram er gjennomgått og godkjent, og foreløpig fremdriftsplan er også godkjent av alle deltakerne.

Arbeidskontrakt for gruppe 20, IDAT1004

Medlemmer: Mateja Vasic, Audun Nåvik Rosvold, Thomas Oliver Wallin Higgins, Stian Mathisen Myrbekk, Audun Andreas Langeland Aakermann

Innledning

Arbeidskontrakten gjelder gruppearbeid for gruppe 20, IDATT1004, Teambasert samhandling, høst 2024. Gjennom høstsemesteret 2024 skal vi som en gruppe bygge en legorobot som kan plote og kartlegge planløsninger/bygningsstruktur.

Effektmål

Et felles mål for gruppen er hovedsakelig å i fellesskap mestre kartlegging, arbeidsfordeling, samarbeid og ferdigstilling av prosjektet. Den langsiktige gevinsten er å etablere godt samarbeid og sterke relasjoner som kan være nyttige i fremtidige studie-/jobbsammenhenger. Det praktiske effektmålet er at roboten skal kunne brukes i situasjoner som for eksempel militære operasjoner, entreprenørarbeid eller i forskning.

Resultatmål

Prosjektets mål er å utvikle en fungerende legorobot som innen en gitt tidsramme kan kartlegge og visualisere planløsninger/bygningsstrukturer med størst mulig nøyaktighet i forhold til virkelige mål. Roboten skal være ferdigstilt innen 22.11.2024.

Prosedyrer/Interaksjon

1. Møteinnkallinger sendes til møtedeltakere via e-post.
2. Gruppa skal bruke Blackboard som felles kommunikasjonsplattform.
3. Alle gruppemedlemmer skal møte til fast tid hver dag i prosjektukene.
4. Prosjektet skal være eneste fokus under arbeid i faget IDATT1004.
5. Arbeidsbelastning skal være jevnt/rettferdig fordelt.
6. Konflikter løses ved enighet i gruppa, eventuelt involveres faglærer.
7. Beslutninger tas demokratisk, med faglærer som siste instans ved uenighet.

Signering

Stian M. Myrbekk

T. Oliver W. Higgins

Audun N. Rosvold

Mateja Vasic

Audun A. L. Aakermann

article [norsk]babel graphicx, wrapfig, sidecap, titlesec mwe parskip float caption [utf8]inputenc
[table]xcolor geometry

array

Timeliste

	A	B	C	D	E	F	G
1	Timeantall:						
2							
3	Ukenr	Mateja	Audun Rosvold	Oliver	Stian	Audun Aakerma	Sum timer pr uke
4	Uke 43	13	12	8	8	4	45
5	Uke 44	12	10	8	10	9	49
6	Uke 45	7	11	12	10	10	50
7	Uke 46	10	10	10	12	10	52
8	Uke 47	3		8	8		19
9	Uke 48						0
10	Uke 49	0	0	0	0	0	0
11	Sum antall timer pr person/totalt	45	43	46	48	33	215
12							
13	Oppsummering av timer fordelt på aktivitet						
14	Aktivitet	Mateja	Audun Rosvold	Oliver	Stian	Audun Aakerma	Sum totalt pr aktivitet
15	Egenopplæring	2	0	8		9	19
16	Informasjonssøking	11,5	0	6		5	28,5
17	Administrasjon av eget arbeid		0	1		3	4
18	Prototyping	9,5	11	10	8	4	42,5
19	Implementasjon - kildekode	2	6		1		9
20	Testing av egne program		9				9
21	Feilretting av program		10				10
22	Utarbeidelse av prosjektrapport	20	15	20	21	19	95
23	Presentasjon med forberedelse		0		4	3	7
24	Teammøter		0			2	2
25	Teammøter med veileder		0		2		2
26	Sykdom		0		4		4
27	Eventuelt egendefinerte arbeidsarter		0		7		7
28	Eventuelt egendefinerte arbeidsarter		0				0
29	Sum antall timer totalt	45	51	45	53	45	239
30							
31	Oppsummering av timer fordelt på kategori						
32	Kategori	Mateja	Audun Rosvold	Oliver	Stian	Audun Aakerma	Sum totalt pr kategori
33	Dokumentasjon	32,5	15	32	12	26	117,5
34	Administrasjon		0	2	24	2	28
35	Programmering	2	25	1	1	10	39
36	Konstruksjon	9,5	11	10	8	4	42,5
37	Annet	1	0		7	3	11
38	Sum antall timer totalt	45	51	45	52	45	238
39							

Prosjektplan

Problembeskrivelse

På grunn av jordas rotasjon, aksehelning og bevegelse rundt sola, har fastmonterte solcellepanel i beste fall optimal posisjon to ganger i året. Dette medfører at panelene utnytter mindre sollys enn det som er tilgjengelig. Konsekvensen av dette er for forbrukere mindre penger tjent eller spart, og på global basis må ikke-grønne energianlegg produsere mer for å dekke energibehovet.

Ved at solcellepanelene roterer ut ifra solens posisjon, løses dette problemet, og solcellepanelet vil teoretisk sett kunne ha en optimal posisjon 100% av året.

Fremdriftsplan

- **Uke 43:**
 - **Hardware:** Finalisere grunnstruktur.
 - **Software:** Idémyldre, få på plass enkel bevegelse.
 - **Rapport:** Definere mal, ”work as we go”.
 - **Team:** Etablere ryddig GitLab, workflow og struktur.
- **Uke 44:**
 - **Hardware:** Forbedre ved behov, ut ifra software-spesifikasjoner.
 - **Software:** Hovedidé settes, grove bevegelser ferdigstilles.
 - **Rapport:** Oppdateres fortløpende.
 - **Team:** Fokus på statusoppdateringer og effektivitet.
- **Uke 45:**
 - **Hardware:** Forbedre ved behov, ut ifra software-spesifikasjoner.

- **Software:** Testing og finjustering.
- **Rapport:** Legge inn kode og skrive ned erfaringer i fellesskap.
- **Team:** Gruppedynamikk.
- **Uke 46:**
 - **Hardware:** Forbedre ved behov, ut ifra software-spesifikasjoner.
 - **Software:** Finalisering og stresstesting.
 - **Rapport:** Finalisere rapport.
 - **Team:** Kvalitetssikring.
- **Uke 47:**
 - Presentasjon.

Kvalitetssikring av programkode

Grappa (gr.20) skal følge relevante tiltak for å sikre god kvalitet på sluttproduktet:

- **Oppdatering av GitLab:** Oppdateres og gjennomgås på slutten av hver time, onsdag og fredag.
- **Kodegjennomgang:** 10 minutter hver time skal brukes til å gjennomgå ny kode i fellesskap.
Lead: Audun R.
- **Ekstern gjennomgang:** I uke 45 skal gr.20 og gr.17 sette av 1 time til å gjennomgå hver- andres prosjekt og gi tilbakemelding på kode og idé.

Risikovurdering

Risikovurdering

Identifisere risikoer:

- **Strukturell svakhet:** Konstruksjonen er for svak til å tåle kontinuerlig justering av solcelle-panel.
 - **Sannsynlighet:** 3
 - **Risiko:** 4
- **Programvareproblemer:** Feil i kode som fører til ineffektiv justering mot lyset, eller feil i

sensorer og oppfangst av lys.

- **Sannsynlighet:** 4
- **Risiko:** 4
- **Tidsoverskridelser:** Prosjektet kan ta lengre tid enn planlagt grunnet feilsøking og testing av kode.
 - **Sannsynlighet:** 2
 - **Risiko:** 4
- **Ekstern risiko:** Variasjon i lysforhold på grunn av værforhold.
 - **Sannsynlighet:** 4
 - **Risiko:** 2

RISIKOANALYSE:

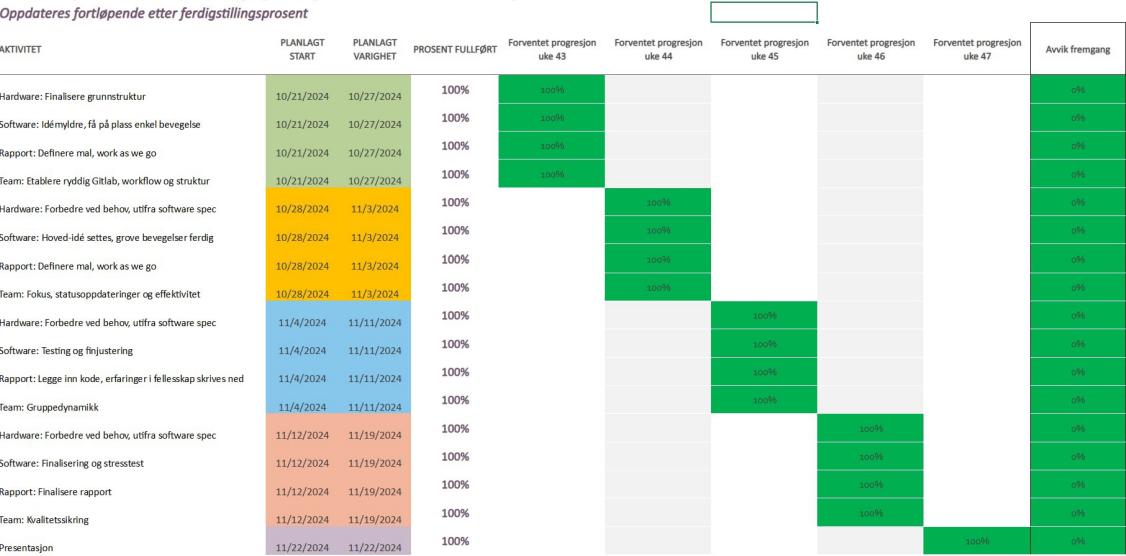
Risiko	Sannsynlighet (1-5)	Konsekvens (1-5)	Risikonivå (Sannsynlighet x Konsekvens)	Håndteringstiltak
Programvareproblemer	3	4	12	Iterativ utvikling og grundig testing
Tidsoverskridelser	4	4	16	Detaljert tidsplan med buffer for testing
Variasjon i lysforhold	4	2	8	Teste med kunstig lys (flash fra mobilen)
Strukturell svakhet	4	2	8	Forsterk konstruksjonen og utfør holdbarhetstester

Risk Matrix

Sannsynlighet / Konsekvens	1: Svært lite sannsynlig	2: Lite sannsynlig	3: Sannsyn- lig	4: Ganske sann- synlig	5: Svært sannsynlig
5 Katastrofal					
4 Svært stor			Programvare- problemer	Tidsoverskridelser	
3 Stor					
2 Middels				Variasjon i lysforhold Strukturell svakhet	
1 Lav					

Gant-diagram

Prosjektplanlegging- Gantt-diagram



8

SMART-mål

- Spesifikt:** Lage en robot som roterer i forhold til jordens rotasjon.
- Målbart:** Bruke innebygd stoppeklokkefunksjon i PyBricks for å bekrefte rotasjonens presisjon.
- Oppnåelig:** Fullføre programkoden og roboten innen uke 46.
- Relevant:** Effektivisere solcellepanel- og potteplanteteknologi.
- Tidsbestemt:** Ferdigstilling før presentasjonen.