

Proces rapport

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Titelblad

Iltsvind procesrapport

Uddannelse: Datateknikker med speciale i programmering

Hovedforløb: 6. Hovedforløb

Titel på projektet: Iltsvind

Projektperiode: Fra mandag d. 13/11/2023 til fredag d. 15/12/2023

Vejledere: Kris Kristensen - faglærer ZBC Ringsted

Udarbejdet af: Mathias Wriedt Kamp, Marius Martin Møller

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Kris Kristensen

Antal normalsider: xx

Afleveringsdato: 07/12/2023

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Indholdsfortegnelse

Titelblad	1
Indledning	3
Introduktion	3
Baggrundsinformation	3
Iltsvind.....	3
Blåmuslinger	4
Elektroder	4
Tilførsel af ilt	4
Kabelbakterier.....	5
Analyse af løsningsmuligheder	5
Analyse.....	6
Blåmuslinger	6
Edderfugle.....	6
Fugleskræmsel	7
Elektroder.....	7
Tilføjelse af ilt.....	7
Kabelbakterier.....	7
Rigt billede	8
Projektplanlægning	9
Projektbeskrivelse	9
Projektets mål.....	9
Projektets aktiviteter	9
Projektets milepæle.....	9
Projektets succeskriterier	10
Estimeret tidsplan.....	10
Arbejdsfordeling	10
Begrundelse for metodevalg og teknologi	11
Gravity Analog Dissolved Oxygen Sensor	11
Begrundelse for valg af dokumentation	13
Projektdagbog / logbog.....	14
Realiseret tidsplan.....	14

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Konklusion 15

Perspektivering 15

Indledning

Vi udgør en topersoners gruppe bestående Mathias Wriedt Kamp og Marius Martin Møller, der har fået til opgave at undersøge et ofte overset emne - iltsvind i de danske havvand. Iltsvind spiller en afgørende rolle for bunddyr og fisk i havet, og det er værd at bemærke, at iltsvindet i 2023 er nået det højeste niveau i de seneste 20 år.

Dette projekt sigter mod at udforske de innovative løsningsmuligheder, som Aarhus Universitet har udforsket inden for rammerne af projektet "Hovedet i Havet". Vi har særligt fokus på at implementere en Minimum Viable Product (MVP), hvilket vil give os mulighed for at præsentere en funktionel prototype, der adresserer iltsvindsproblematikken på en effektiv måde.

Introduktion

Aarhus Universitet har igangsat et ambitiøst formidlingsprojekt med titlen "Hovedet i Havet", der omfatter syv forskellige forløb, herunder emner som Tang-tastic, Den sidste fisk og det senest tilføjede emne, 'Når havet har åndenød', der fokuserer på iltsvind i danske farvande.

Denne foranalyse vil koncentrere sig om forløbet 'Når havet har åndenød', hvor vi vil undersøge iltsvind i Danmark. Iltsvind er en årlig udfordring, udløst af faktorer som varmt vejr, stille vejr og næringsstoffer fra landbruget. Dette komplekse fænomen opstår, når havets behov for ilt overstiger den mængde, det kan producere, hvilket potentielt kan føre til alvorlige konsekvenser for det havets dyr og levende organismer.

Formålet med denne foranalyse er at indsamle en solid forståelse af problemets omfang, årsager og konsekvenser. Vi vil udforske både de tekniske og miljømæssige aspekter af iltsvind og identificere potentielle løsninger eller strategier til at tackle denne udfordring. Ved at belyse dette emne håber vi at bidrage til en bredere forståelse af, hvordan vi bedst kan bevare sundheden i vores havmiljø.

Baggrundsinformation

Iltsvind

I efteråret 2023 oplevede vi i Danmark det værste iltsvind i 20 år. Dette fænomen opstår, når iltforbruget i bundvandet overstiger den tilgængelige ilttilførsel.

Årsagen hertil findes primært i respirationsprocessen hos bunddyr, bakterier og mikroorganismer, som nedbryder organisk stof. Iltsvind defineres ved iltkoncentrationer under 4 mg/L, og ved koncentrationer under 2 mg/l betegnes det som kraftigt iltsvind.

Lavt iltindhold i bundvandet reducerer også havbundens evne til at tilbageholde næringsstoffer. Iltsvind kan fremkalde dannelse af liglag og frigivelse af svovlbrinte, hvilket får betydeligt store konsekvenser for økosystemet.

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Iltholdet i bundvandet er afgørende for bundplanter, bunddyr og fisk, og iltsvind kan have langvarige konsekvenser for havbunden.

En af årsagerne til iltsvind er overgødning af havet, hvor tilførslen af for meget næring resulterer i en opblomstring af planteplankton i det øverste vandlag. Denne opblomstring skaber en øget mængde planteplankton, hvilket gør vandet uklart og forhindrer sollyset i at trænge dybt ned i vandet, hvilket begrænser iltproduktionen.

Projektet "Hoved i Havet" har identificeret nogle løsningsforslag for at imødegå problematikken omkring iltsvind. Disse løsningsforslag kan potentielt bidrage til at afhjælpe og forebygge de negative konsekvenser som iltsvind har på havmiljøet.

Blåmuslinger

Blåmuslinger spiller en vigtig rolle ved at filtrere vandet for plankton. De bidrager dermed til at reducere mængden af planteplankton i vandet, hvilket åbner op for, at sollyset kan nå længere ned i havet. Dette har særlig betydning for de fastsiddende makroalger, også kendt som tang, da de er afhængige af sollys for at udføre fotosyntese. Muslingernes filtrering bidrager således til at skabe en mere gunstig miljøbalance i havet.

Elektroder

I søer og have er algevæksten ofte begrænset af fosformængden. Hvis der tilføjes fosfor til en sø, begynder algerne vækst, og når algerne dør, synker de ned på bunden, hvor mikroorganismer nedbryder dem og forbruger ilt i nedbrydningsprocessen.

Ved at anvende bioelektroder på søbunden igangsættes en oxidationsproces, der ændrer kemien på bunden af søen. Dette binder fosfor i sedimentet, hvilket reducerer risikoen for algeopblomstring. Fjernelsen af fosfor vil på længere sigt mindske risikoen for iltsvind, hvilket skaber et mere gunstigt miljø for mikroorganismer og bakterier, der kan overleve og opretholde økosystemet.

Tilførsel af ilt

Beluftning, også kaldet iltning, er en effektiv tilgang til at forbedre vandkvaliteten i næringsrige søer og sikre en sund økologisk balance. Processen indebærer, at luft pumpes ned til en diffusor på søbunden, hvorfra små bobler stiger op til overfladen og samtidig omrører vandet fra top til bund. Den primære effekt af iltning opnås gennem omrøringen, mens opløsningen af ilt fra luftboblerne har en mindre rolle.

Fordele ved beluftning inkluderer iltningprocessen af bundvandet, hvilket resulterer i binding af fosfor til jernforbindelser i sedimentet. Dette reducerer fosfortilgængeligheden for alger og skaber klart vand og optimalt lys til bundplanter. Ilt ved bunden muliggør også effektiv nedbrydning af døde alger og plantemateriale, hvilket minimerer slamdannelse og opretholder en levende sø med gunstige forhold for fisk, vandinsekter, krebsdyr og planter.

Når det kommer til næringsrige søer, er iltsvind et almindeligt problem, især om sommeren, hvor varmt vand lagrer sig over køligere bundvand. Lagdelingen forhindrer bundvandet i at optage ilt, hvilket kan føre til iltsvind over tid. Iltsvind kan også forekomme om vinteren under langvarigt isdække, da isen forhindrer iltning af vandet. Iltsvind fører til, at fosfor ikke bindes til jernforbindelser i

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

sedimentet, i stedet opløses det og spredes op til overfladevandet, hvilket fremmer algevæksten og gør vandet grumset.

Kabelbakterier

Forskere fra Aarhus Universitet har gjort en markant opdagelse ved at identificere kabelbakterier, der kan spille en afgørende rolle i at minimere konsekvenserne af iltsvind. Disse bakterier "spiser" den giftige svovlbrinte, der kan opstå under iltsvind, og bidrager dermed til at reducere bundvending, hvor skadelige stoffer som svovlbrinte og metan slipper op fra havbunden. Kabelbakterier udfører en specifik reaktion, hvor de transformerer sulfid til sulfat, hvilket begrænser tilgængeligheden af fosfor for alger og skaber et mere gunstigt miljø for bunddyr. Denne opdagelse peger også på, at bakterier har evnen til at producere og sende elektrisk strøm ud til andre organismer, hvilket åbner op for nye forståelser af mikrobielle samfund og deres potentialer. Konferencen om elektromikrobiologi i Aarhus samler internationale forskere, der deler indsigt og diskuterer den stigende erkendelse af elektriske forbindelser i mikrobiologien, hvilket kan have betydning for alt fra elektronik til miljøovervågning.

Analyse af løsningsmuligheder

Blåmuslinger	
Fordele	Ulemper
Minimal indsats	Tiltrækker edderfugle
Lille indvirkning	Avl / køb af muslinger
Hjælper landbruget	
Kan bruges til gødning	
Fjerner plankton	

Tilføjelse af ilt	
Fordele	Ulemper
Kan tændes og slukkes efter behov	Vender havbunden så gasser kan stige op til havoverfladen
Ilter havbunden	Højere vedligeholdelse og slitage
	Risiko for at miljøet ædelægger installationen
	Kræver strømforsyning

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Elektroder	
Fordele	Ulemper
Fjerner overskydende fosfor	Ødelægger havbunden
Mindsker skabelse af algeopblomstring	Højere vedligeholdelse
Binder fosfor så ikke de dræber mikroorganismer	Risiko for højere slitage
	Risiko for at elektroderne bliver ødelagt
	Kræver strømforsyning

Kabelbakterier	
Fordele	Ulemper
Binder sig til giftige svovlbrinte	Forbruger ilt i bindingsprocessen
Havbundsdyrene og mikroorganismer dør ikke af svovlbrinte og dermed kan bidrage til at skabe ilt	Der bliver dannet sulfat i bindingsprocessen

Analyse

Blåmuslinger

Blåmuslinger udgør en betydningsfuld faktor inden for både økosystemer og landbrugsmiljøer. Deres unikke egenskaber som vandfiltratorer spiller en afgørende rolle i opretholdelsen af et sundt vandmiljø. Ved at effektivt filtrere vandet forhindrer de overdreven vækst af planteplankton, hvilket potentielt kunne blokere sollysets gennemtrængning til dybere vandlag. Dette muliggør fotosyntesen hos mikroalger såsom tang, hvilket ikke kun bidrager til vandets renlighed, men det er også med til at øge iltproduktionen.

Når iltniveauet i vandet når en optimal mængde, åbner muligheden sig for høst af muslingerne, som derefter kan benyttes som dyrefoder eller gødning til landbruget.

Generelt set spiller blåmuslinger ikke kun en rolle i at redde områder med iltsvind, men de fungerer også som vandfiltratorer og åbner op for muligheden for at kunne genbruge muslingerne, til evt. dyrefoder eller et mere klimavenligt gødning til landbruget. Deres bidrag strækker sig således ud over at tackle iltsvindsproblemer og omfatter også bæredygtige løsninger til både landbrug og miljø.

Dog er den eneste ulempe ved blåmuslinger at de tiltrækker edderfugle som lever af blåmuslinger. Men dette er et minimalt problem som sagtens kan løses.

Edderfugle

Edderfuglen er en stor andefugl, kendt for sin trekantede hovedprofil og farverige fjerdragt hos hannen. Den trækker til Danmark om vinteren og er en dygtig jæger. Den spiser primært blåmuslinger, men også snegle, fisk, søstjerner og krebsdyr. Edderfuglen jager ved at dykke ned i vandet, og den

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

kan nå dybder på op til 20 meter. Den bruger sin evne til at dykke og fange bytte under vandet for at opretholde sit fødegrundlag.

Fugleskræmsel

Fugleskræmsler er skabt for at afskrække fugle fra at skade afgrøder eller områder. Traditionelle fugleskræmsler bruger ofte figurer eller lyde, men de kan blive ineffektive, da fuglene vænner sig til dem. Diffuse fugleskræmsler, der anvender abstrakte former og farver, er mere effektive, da de skaber en udefinerbar trussel, hvilket gør det sværere for fuglene at vænne sig til skræmslet. Dette udnytter fuglenes naturlige forsigtighed over for ukendte trusler, hvilket gør det mere effektivt til at holde fuglene væk. Effektiviteten kan variere afhængigt af fuglearter og omgivende forhold. Kombinerede metoder, såsom diffus skræmsel, lyde og bevægelse, kan forbedre fugleskræmslets effektivitet.

Elektroder

ved at implementere bioelektroder på søbunden ændres kemiens dynamik, hvilket binder fosfor i sedimentet og reducerer risikoen for algeopblomstring. Dette initiativ har potentiale til at mindske iltsvindsrisikoen på lang sigt, skabe et mere gunstigt miljø for mikroorganismer og bakterier samt bevare og opretholde økosystemet i søer og have.

Men det er en meget langsigtet løsning, som derudover danner sulfat (svovl) som også skal håndteres.

Tilføjelse af ilt

Samlet set viser beluftning, også kaldet iltning, sig som en yderst effektiv tilgang til at forbedre vandkvaliteten i næringsrige søer og opretholde en sund økologisk balance. Processen med at pumpe luft ned til søbunden skaber små bobler, der omrører vandet fra top til bund, og det er denne omrøring, der primært forbedrer søens tilstand. Fordele ved beluftning inkluderer iltning, som binder fosfor til jernforbindelser i sedimentet og reducerer fosfortilgængeligheden for alger. Resultatet er klart vand og optimalt lys for bundplanter, samtidig med at ilt ved bunden muliggør effektiv nedbrydning af døde alger og plantemateriale. Dette reducerer slamdannelse og opretholder et levende økomiljø.

I tilfælde af næringsrige søer, hvor iltsvind er et almindeligt problem, især om sommeren og om vinteren under isdække, viser beluftning sig som en værdifuld løsning. Ved at forhindre lagdeling og ved at binde fosfor i sedimentet mindsker beluftning risikoen for iltsvind og dets negative konsekvenser.

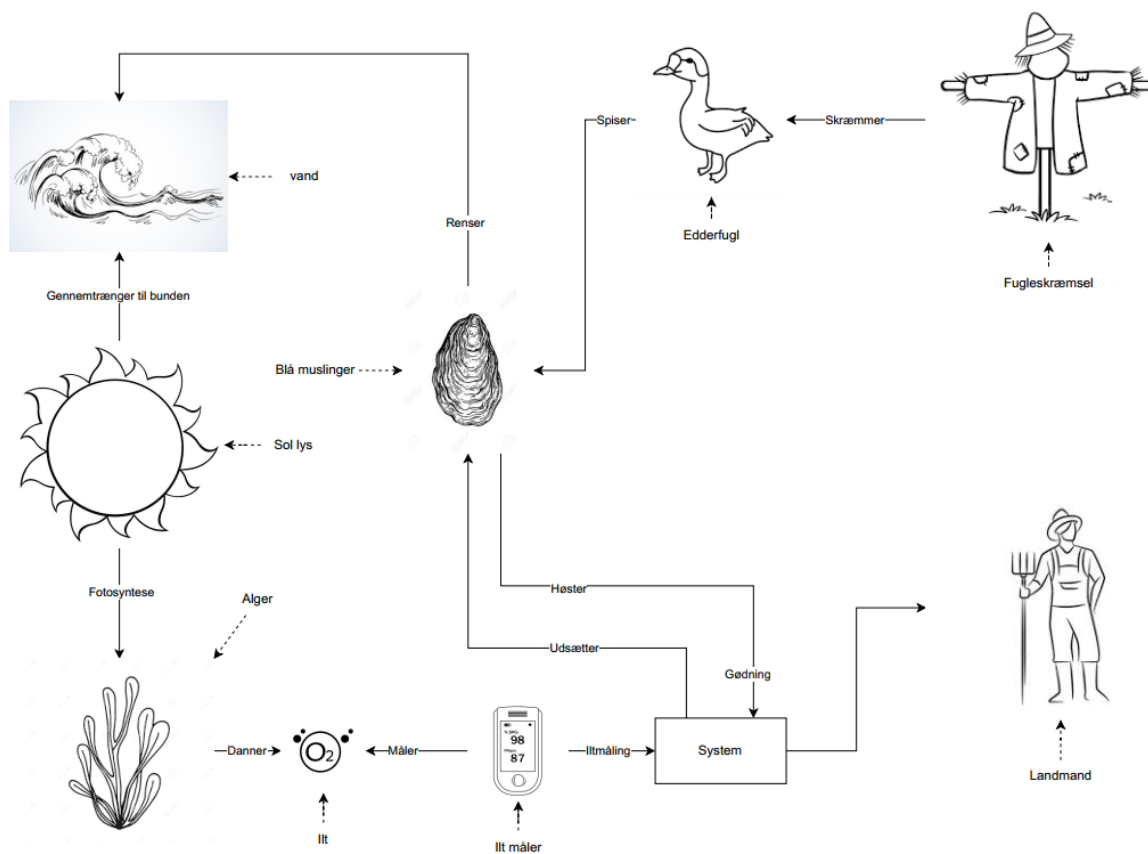
Kabelbakterier

Kabelbakterier, der effektivt neutraliserer svovlbrinte, har en afgørende indvirkning på at minimere bundvending, hvor skadelige stoffer som svovlbrinte og metan frigives fra havbunden. Kabelbakteriernes evne til at omdanne sulfid til sulfat har positive virkninger på tilgængeligheden af fosfor for alger og skaber et mere gunstigt miljø for bunddyr. Det er dog vigtigt at bemærke, at denne omdannelsesproces forbruger ilt, så kabelbakterier bidrager primært til at regulere gasniveauet i miljøet.

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Rigt billede

[Bilag\System documentation\Rich picture\Rich picture.pdf](#)

Problemformulering

Hvordan kan vi effektivt udnytte blåmuslingers evne til at forbedre vandkvaliteten i danske farvande? Samtidig med at vi adresserer udfordringen med edderfugle og sikrer en automatiseret tilførsel af muslinger, ved lavt iltniveau?

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Projektplanlægning

Projektbeskrivelse

Formålet med dette projekt er at udvikle et automatisk vandrensningsanlæg som gør brug af blåmuslingers fantastiske evne til at filtrere vand, og dermed være med til at skabe mere ilt i vandet.

Igennem vores analyse er vi kommet frem til at den bedste løsning vil være et automatisk vandrensningsystem bestående af elementerne:

1. Blåmuslinger.
2. Én automatisk iltmåler enhed, bestående af en dissolved oxygen måler og en Arduino konfigureret som I2C master der kan kommunikere ud til de andre enheder når ilt niveauet er lavt.
3. Et motoriseret bur med blåmuslinger som kan tippe og hælde flere muslinger ud ved lav iltmængde.
4. Et motoriseret fugleskræmsel som bevæger arme og ben i et diffust mønster for bedre at kunne skræmme edderfugle.

Projektets mål

1. udvikle et "proof of concept" system som skaber et automatiseret vandrensningsmiljø som reagerer alt efter hvad iltniveauet ligger på.

Projektets aktiviteter

1. udarbejdelse af en kravspecifikation som indeholder de væsentlige krav der kan være til et automatiseret vandrensningsystem.
2. Design af system
3. udvikling af software og hardware
 - 3.1. Iltsensor med tilhørende display.
 - 3.2. Automatisk blåmuslingebur som kan tippes og åbnes.
 - 3.3. Automatisk diffust fugleskræmsel som bevæger sig tilfældigt.
4. Test af systemets krav.
5. Færdiggørelse af proces og produkt rapport.

Projektets milepæle

- Færdiggørelse af kravspecifikation inden for 1 uge
- Færdiggørelse af systemets design inden for 1 uge
- Færdiggørelse af udvikling af software og hardware indenfor 2 uger
- Afslutning af systemtest inden for 2½ uge
- Færdiggørelse af proces og produktrapport inden slutningen af uge 3

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Projektets succeskriterier

- Iltmåleren kan måle iltindholdet i vandet i vise mængden på displayet.
- Iltmåleren kan sende en kommando til fugleskræmslet om at det skal starte eller stoppe alt efter om der er lukket muslinger ud eller ej.
- Iltmåleren kan sende en besked til muslingeburet om at det skal åbne.
- Muslingeburet kan modtage en kommando fra iltmåleren og begynder at åbne.
- Fugleskræmslet kan modtage en kommando fra iltmåleren og kan starte eller stoppe alt efter hvad der står i kommandoen.

Estimeret tidsplan

Arbejdsfordeling

Projektets arbejdsfordeling, fordeler sig således:

Marius Møller:

- Design af 3D print til fugleskræmsel
- Design af 3D print til Iltsensorkassen
- Design af 3D print til muslingeburet
- C++ Kode til Fugleskræmsel
- C++ Kode til Iltsensoren
- C++ Kode til muslingeburet

Mathias Wriedt Kamp:

- Udarbejdelse af procesrapport
- Udarbejdelse af produktrapport

Fælles:

- Diagrammer

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Begrundelse for metodevalg og teknologi

Gravity Analog Dissolved Oxygen Sensor

Gravity Analog Dissolved Oxygen Sensor er designet til at måle mængden af opløst ilt i vand, og det er lige hvad vi har brug for i forhold til vores Proof of concept.

Valget af Gravity Analog Dissolved Oxygen Sensor er baseret på følgende funktioner:

1. Sensoren er galvanisk, hvilket betyder, at den ikke kræver tid til polarisering. Dette resulterer i øjeblikkelige og pålidelige målinger af opløst ilt.
2. Muligheden for at udskifte fyldningsopløsningen og membranhætten reducerer vedligeholdelsesomkostningerne.
Membranen skal udskiftes inden for 1-2 måneder ved beskidt vand og 4-5 måneder ved klart og rent vand.
fyldningsopløsningen skal skiftes hver måned
3. Sensoren leveres med et plug-and-play converter board, der er kompatibelt med populære mikrocontrollere som ESP32, Raspberry Pi og Arduino. Dette gør det let at integrere sensoren i forskellige projekter uden kompleks konfiguration.
4. Converter boardet fungerer i spændingsområdet fra 3,3V til 5V, hvilket giver brugere fleksibilitet og kompatibilitet med forskellige strømkilder.
5. Den er prisvenlig i forhold til de kommercielle dissolved oxygen målere der er på markedet.

For at få sensoren til at yde bedst kræver den en fyldningsopløsning af 0,5 mol/L (0,5N) natriumhydroxid (NaOH). Denne opløsning spiller en vigtig rolle i sensorens drift ved at opretholde den rette kemiske balance, der er nødvendig for nøjagtige og pålidelige målinger af opløst ilt. Ved at forberede og anvende denne opløsning korrekt sikrer brugerne, at sensoren fungerer optimalt og giver præcise data om vandkvaliteten.

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Forberedelse af 0,5 mol/L (0,5N) NaOH-opløsning:

1. **Ingredienser:**

- 20 gram Sodium Hydroxide (NaOH)
- 1 liter vand

2. **Blanding:**

- Tilsæt forsigtigt 20 gram Sodium Hydroxide til 1 liter vand.
- Rør blandingen grundigt, indtil sodium hydroxide er helt opløst.

3. **Afslutning:**

- Lad opløsningen køle ned, indtil den når stuetemperatur.

Den resulterende 0,5 mol/L (0,5N) NaOH-opløsning er nu klar til brug som påfyldningsopløsning i membranhætten for oxygensensoren. Vær opmærksom på, at natriumhydroxid (NaOH) er en ætsende substans, og det er vigtigt at bruge passende personligt beskyttelsesudstyr som handsker og beskyttelsesbriller under håndteringen af stoffet.

I2C 20x4 LCD Display:

Til Gravity Analog Dissolved Oxygen Sensor skal der også være en måde at aflæse det målte iltindhold. Her har vi valgt at bruge et I2C LCD Display, og det er gjort på baggrund af nedenstående funktioner:

1. Displayet har et enkelt og brugervenligt design, og det er nemt at komme i gang med.
2. Displayet benytter I2C-protokollen, det betyder, at det kan forbindes med andre enheder med få ledninger. Det gør det enkelt og nemt at tilslutte displayet til resten af systemet uden at skulle trække en masse ledninger.
3. Displayets kompakte størrelse og effektive brug af plads er ideel til projekter, hvor pladsen er trang. Dette er især vigtigt, når vi ønsker en kompakt og nem installation af hardwaren.
4. Displayet kan vise en bred vifte af informationer, og vi kan tilpasse og opdatere visningen nemt. Det er fantastisk, når vi vil vise dynamiske data eller aflæsninger fra sensorer i realtid.
5. Prisen på Arduino I2C LCD Display er overkommelig sammenlignet med nogle mere avancerede displaymuligheder. Det gør det til et økonomisk fornuftigt valg, specielt når vi har budgetbegrænsninger.

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Valg af motorik til fugleskræmsel:

Blå muslinger ligger højt i edderfuglens fødekæde, skal der også udarbejdes en form for fugleskræmsel som kan bevæge sig på én diffus måde, er dette nødt til at ske ved brug af motoer. For at kunne styre nøjagtigheden af bevægelserne har vi valgt at bruge Servo motorer frem for stepper motorer.

Begrundelser for valg af servo motor:

1. Med Arduino Servo Motorer er vi i stand til at skabe bevægelser, der ser naturlige og realistiske ud. Disse motorer giver os præcis kontrol og justeringsmuligheder, der er afgørende for at få fugleskræmslets arme og ben til at bevæge sig på en autentisk måde.
2. Servo motoren kan nemt programmeres til at udføre forskellige bevægelsesmønstre og reagere på specifikke sensorer eller betingelser. Dette giver os stor kontrol over, hvordan fugleskræmslet reagerer på omgivelserne, hvilket kan forbedre dets effektivitet.
3. Servo Motoren har et simpelt design, og kræver ikke meget for at komme i gang.
4. Servo motoren giver os præcis kontrol over positionen, hvilket er afgørende for at opnå ønskede bevægelser. Denne nøjagtighed er vigtig, når vi ønsker at fugleskræmslet skal bevæge sig på en uforudsigelig måde.
5. Servomotorer er overkommelige i pris og samtidig kompakte i størrelse. hvilket gør dem perfekte til vores projekt. Med behovet for fire servomotorer til at drive bevægelsen af fugleskræmslets arme og ben sikrer deres kompakte design, at vi kan implementere dem uden at gøre fugleskræmslet for stort.
6. Servomotoren kræver en spænding på 5V for at fungere, hvilket gør den ideel til brug med mikrokontrollere som Arduino, da den nemt kan forsynes med denne spænding.

Begrundelse for valg af dokumentation

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Projektdagbog / logbog

Realiseret tidsplan

Mathias Wriedt Kamp

Marius Martin Møller

Konklusion

Perspektivering