

Abstract

Speed measurements on a treadmill is done on, or close by, the engine or the drive train as opposed to at the actual tread, this is problematic. In the case where the tread slips in relation to the drive train, the speed and distance will not be accurate enough for scientific purposes. Most treadmills does not log your exercise either, something you need when conducting scientific experiments. In this assignment there will be collected data on as many different measuring methods as possible. The theory behind these measurement methods will be presented, analyzed and there will be made a choice of measuring method. The choice will be made by a qualitative analysis, where the different options are weighted based on four different categories; measurement boundaries, price, work needed and outputs. The weighing is reasoned for by available information about the sensors and their background theory.

There will also be made a preliminary design of:

- A construction for mounting the sensor
- An electronic system for acquirement, processing and storing of the sensor data
- A metal “box” that will serve as
 - a structural centerpiece for the construction
 - protection and container for the electronics
- An interface to present the data in real time and to store exercise logs

Most of the time will be dedicated to a thorough choice of sensor and measurement method, as this is important to the end user and the most critical choice for the development of the rest of the system, as it dictates the workings of the other components. Also a conclusion will be drawn, it will summarize the choices made and the reasoning behind them. Lastly the future work needed to make this in to a working solution for the institute of movement science will be addressed .

Sammendrag

Denne oppgaven er utformet for å løse to problemer for institutt for bevegelsesvitenskap. Ved bruk av tredemøller i vitenskapelige sammenheng er det viktig med nøyaktighet, det er det ikke i dag. Det har derfor vært utviklet en metode for å måle hastigheten mer nøyaktig, denne skal også logge treningsøktene. Problemet med den løsningen er at den baserer seg på reflektorer på båndet, disse kan falle av og gi unøyaktige resultater. Det er også et problem at denne løsningen ikke gir ut målt hastighet og distanse i sanntid.

I oppgaven skal mange ulike målemetoder diskuteres og drøftes. De skal evalueres på hvor egnet de er for oppgaven og hvor mye tid som må beregnes for å få en ferdig løsning. I de tilfeller der det å bygge sensoren er ugunstig, upraktisk eller tilnærmet umulig vil ferdige sensorer på markedet, som benytter seg av analysert målemetode, bli vurdert.

Det vil også bli skissert opp en løsning for konstruksjon av oppheng, feste, databehandlingsenhet og brukergrensesnitt, men mesteparten av oppgaven er dedikert til valg av målemetode/sensor.

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Innledning og problemstilling	2
1.2	Funksjonsspesifikasjon	3
2	Bakgrunnsteori	4
2.1	Måleproblemet	4
2.2	Redegjøring for dagens løsninger og “state of the art”	4
2.2.1	Dagens løsninger	4
2.2.2	Kontaktavhengige løsninger	4
2.2.3	Kontaktløse løsninger	5
3	Teori	6
3.1	Elektroniske Komponenter og Begreper	6
3.1.1	Open collector	6
3.1.2	Pull-up resistor	6
3.1.3	Digital til analog omsetter	6
3.2	OSMES	8
3.3	“Line scan”-kamera	9
3.4	3D-syn	9
3.5	Omron <i>E6C2</i> /rotasjonsenkoder	9
3.6	VLM 320D	10
3.7	μ SPEED/laserdoppler	11
3.8	Delta DRS1000/radardoppler	11
4	Design og Utvelgelsesprosess	12
4.1	Utvelgelse	12
4.1.1	Kvalitativ analyse	12
4.1.2	Drøfting av måleområde	13
4.1.3	Drøfting om pris	15
4.1.4	Drøfting av arbeidsmengde	16
4.1.5	Drøfting av utgangsverdier	17
4.2	Design	18
4.2.1	Oppheng og festeanordning	18
4.3	Elektroniske komponenter og funksjonalitet	20

5	Konklusjon og videre arbeid	22
5.1	Konklusjon	22
5.2	Videre arbeid	23

Figurer

1	Omron E6C2	4
2	Digital til analog omformer	7
3	Siemens OSMES	8
4	VLM 320D	10
5	Laserdoppler	11
6	Tredemølle	18
7	Legomodell	19
8	Krets for signal fra sensor	20

Tabeller

1	Vekting av måleteorier	12
2	Vekting av ferdige sensorer	13

1 Innledning

Hastighetsmålinger på tredemøller gjøres ved motoren eller drivverket og ikke ved selve løpebåndet, dette fører med seg problemer. Dersom båndet glir i forhold til drivverket vil ikke hastighet eller distanse være nøyaktig nok for vitenskapelig bruk. De aller fleste tredemøller logger heller ikke treningsøkter.

I denne oppgaven skal det samles inn data om så mange mulige målemetoder som mulig. Teorien bak disse målemetodene skal presenteres, analyseres og så skal det gjøres et begrunnet valg på hvilken målemetode som vil passe best. Dette løses ved en kvalitativ analyse hvor de forskjellige løsningene vektas på fire forskjellige punkter:

- Måleområde
- Pris
- Arbeid påkrevd
- Utgangsverdier

Vektingen begrunnes i tilgjengelig informasjon.

Det skal også lages et preliminært design av:

- En konstruksjon for oppheng av sensor og feste til tredemøllen
- Et elektronisk system for innhenting, behandling og mellomlagring av sensordata
- En “boks” i metall som skal gjøre nytte som
 - strukturell stamme for konstruksjonen
 - beskyttelse og oppbevaring av elektronisk system
- Et brukergrensesnitt for presentasjon av data i sanntid og lagring av dataen

Det egnes mest tid til nøyaktig utvalgelse av sensor og målemetode, da dette er mest betydelig for brukeren og direkte kritisk for å kunne designe de andre komponentene.

En konklusjon som oppsummerer disse valgene skal trekkes og oppsummeres. Det skal også gjøres rede for det videre arbeidet som trengs før dette er et fungerende system som kan benyttes av institutt for bevegelsesvitenskap.

1.1 Innledning og problemstilling

Institutt for bevegelsesvitenskap, NTNU, bruker i sin forskning blant annet en tredemølle der forsøkspersonen løper på et bevegelig underlag med variabel hastighet og stigning. På grunn av den mekaniske konstruksjonen kan løpebanen gli i forhold til drivverket, og den reelle hastigheten til løpebanen er derfor ikke nøyaktig kjent. I dette prosjektet skal det lages en instrumenteringsløsning som gjør at banens virkelige hastighet kan registreres sammen med andre målevariable gjennom et eksisterende analog-til-digital-grensesnitt.

1. Etabler en omforent funksjonsspesifikasjon i samarbeid med oppdragsgiver.
2. Gjør en utredning om relevante måleteknikker, der du påpeker for- og ulemper i denne konkrete anvendelsen.
3. Gjør et begrunnet valg av instrumenteringsløsning og systemarkitektur.
4. Implementer og test systemet så langt tiden tillater det.

1.2 Funksjonsspesifikasjon

Før arbeidet kunne begynne var det viktig å klart definere funksjonsspesifikasjonen. Basert på dagens situasjon og møter/mail med representant for institutt for bevegelsesvitenskap, ble en utfyllende funksjonsspesifikasjon utarbeidet.

Produktet skal:

1. Hente inn hastigheten til løpebåndet på en tredemølle
 - Hastighet mellom 0 m/s – 12 m/s
 - Nøyaktighet ned til 0.1 m/s
2. Ha festeanordning på tredemølle
3. Ha et databehandlingsverktøy som kan håndtere dataen og sende den ut i sanntid
4. Sende ut et -5 – 5V analogt signal, også i sanntid
5. Utgang med tilkobling for BNC-kontakt for tilkobling til institutt for bevegelsesvitenskap sin teststasjon. Produktet bør:
6. Ha et aksesspunkt på databehandlingsverktøyet for å hente ut rådata til
 - Beregning av distanse
 - Logging
7. Knapp for nullstilling (set signal output to "Zero"), dersom dette ikke gjøres automatisk

2 Bakgrunnsteori

2.1 Måleproblemet

Som nevnt vil løpebanen gli i forhold til drivverket, og den reelle hastigheten til løpebanen er derfor ikke nøyaktig kjent. Tidligere har det blitt brukt en løsning med et digitalt fototachometer. Denne benytter seg av reflektorer som har vært klistret på båndet til tredemøllen. Dette introduserer problemet med at de faller av, og det stiller krav til plassering av forsøksperson og måleutstyr. Det har også vært problematisk at denne løsningen ikke sender ut beregningene i sanntid.

2.2 Redegjøring for dagens løsninger og “state of the art”

Ved en oppgave som denne må man begynne med litteratursøk, for å dokumentere dagens løsninger og for å sette meg inn i hva som er “state of the art”. Dette er viktig for å validere oppgavens nytteverdi og for å se hva man har å tjene ved å oppgradere målemetoden.

2.2.1 Dagens løsninger

Hastighetsmålinger gjøres ofte ved hjelp av en passiv del, festet på det roterende element, og en sensor som detekterer den passive delen når den passerer. Når omkretsen er kjent kan antall pulser telles og hastighet og distanse regnes ut. Eksempler er en sykkelcomputer, der en magnet er festet til eikerne til forhjulet og en mottaker i gaffelen, hjul diameteren må gjøres kjent for enheten, og den vil så vise hastighet og distanse. Hastighetsmålere i biler drives av magnetiske virvelstrømmer satt opp av en magnet som roterer i takt med drivakslingen [4]. Alt dette minner om den tidligere løsningen til institutt for bevegelsesvitenskap, NTNU, med forskjellen at det er flere passive elementer (reflektorer) og et digitalt fototachometer.

2.2.2 Kontaktavhengige løsninger

Evaluerings av kontaktavhengige målemetoder etterlater to metoder som kan være gjennomførbare og produsere gode nok resultater. Den



Figur 1: Omron E6C2

ene vil bli ekskludert, da det er den eksisterende løsningen. Den andre er bruken av et separat hjul som presses ned på løpebanen ved hjelp av en fjær eller et fjær/demper-system, hastigheten måles med en roterende enkoder direkte tilkoblet hjulet. Eksisterende løsninger som oppfyller kravene er for eksempel:

Omron *E6C2*: [18]

2.2.3 Kontaktløse løsninger

Kunnskapen å måle hastighet og retningsforandringer, optisk har vært å finne siden 80-tallet [12]. Teknologien ble først dagligdags da den optiske musen ble en vanlig gjenstand i de fleste hjem. Sensoren i en optisk mus egner seg veldig godt til autonom styring av roboter og kjøretøy i lav hastighet [22], men får problemer ved hastigheter over 6m/s <http://www.cyborggaming.com/prod/rat7.htm>.

Løsninger som er mulige å benytte seg av er, for eksempel: bruk av to kameraer for å skape artifiisielt 3D-syn [13]. Måling av så kalt “motion blur”, altså fenomenet at bevegelse i bildeøyeblikket ser ut som om farger/konturer er “smurt” utover bildet. Lengden på det “utsmurte” kan da måles, og sammen med kjent lukkertid kan da hastigheten til objektet regnes ut [15]. Laserdoppler og radardoppler, er der en puls sendes ut og treffer et objekt i bevegelse, pulsen blir reflektert tilbake, men med litt forandret bølgelengde (dopplereffekten). Forskjellen i bølgelengde brukes så for å regne ut hastigheten til objektet [2]. Bildeintensitetssammenligning, som benyttet i musepekere og beskrevet av Takac, Kalman og Vajta i deres artikkel om billig kontaktløs hastighetsmåling[22], er også en mulighet. Mange av disse teoriene har allerede kommersielt tilgjengelige sensorer, som for eksempel: Siemens Optical Speed MEasurement (OSMES) [17], VLM 320D [11] LF II P [14] μ SPEED smartsensor [3] Delta DRS1000 [10]

3 Teori

I teoridelen skal funksjonaliteten til de forskjellige metodene for hastighetsmåling beskrives, vist ved hjelp av eksempler og bakgrunnsstoff.

3.1 Elektroniske Komponenter og Begreper

3.1.1 Open collector

Er en type utgang som er vanlig i bruk ved integrerte kretser. Den benytter seg av en bipolar transistor der basen er tilkoblet noe, sensoren i dette tilfellet, og “collector” er koblet til jord. “Emitteren” er da utgangen. Når sensoren gir en høy puls på basen, vil det forme en direktekobling til jord fra “emitter” til “collector”. Dersom det er en stående spenning via en “pull-up resistor” ved “emitter” vil den være høy når sensorutgangen er lav, og vice versa når sensorens utgang er høy.

3.1.2 Pull-up resistor

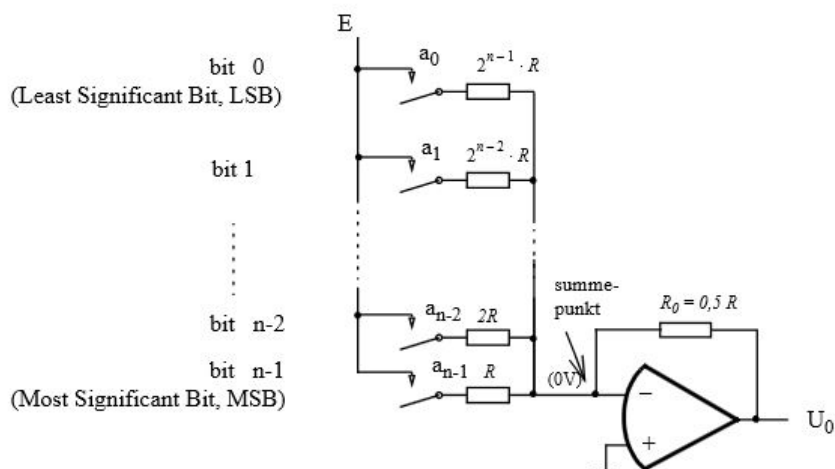
En krets koblet direkte til en inngangsspenning via en impedans. Dersom det ikke er noen andre koblinger som slutter kretsen, vil spenningen bli trukket til inngangsverdien. Dette sikrer at kretsen alltid har en spenning som tilsvarer en logisk/digital verdi. Ved kobling mot en “open collector” vil den skifte mellom logisk 1 og 0 ut ifra om transistoren er en åpen kobling eller en direkte kobling mot jord.

3.1.3 Digital til analog omsetter

En digital til analog omsetter benytter seg av en digital inngangsverdi og en referansespenning til å skape et analogt signal. Enkleste modell er at hvert bit styrer en vektet motstand koblet mot referansespenningen, slik at dersom alle er 1 sendes referansespenningen ut og ved alle 0 sendes ingenting ut. Mest signifikante bit vil da ha en mye mindre motstand enn minst signifikante bit, siden den skal representere en større spenning. Likningen blir da:

$$A = K \cdot E \cdot X$$

Der E er referansespenningen, A er utgangen, K er en proporsjonal konstant og X er den digitale inngangsspenningen [19].



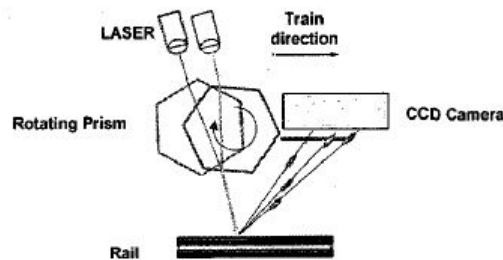
Figur 2: Digital til analog omformer

3.2 OSMES

Siemens OSMES-systemet ble utviklet for autonom styring av T-baner i New York. Systemet er bygget opp av en laser, en roterende prisme og et Charged Couple Device (CCD)-kamera. Kameraet tar to og to bilder, og disse to bildene kommer med ca. $200\mu\text{s}$ mellomrom. Det er så et lenger opphold til de neste to bildene blir tatt [17].

Laseren lyser ned på bakken og reflekterer et spraglete/stripete mønster, som blir tatt bilde av. Mellom bildene roterer prismet slik at laserstrålen brytes annerledes, med en målsetning om å lyse opp akkurat det samme punktet på bakken, slik at det spraglete/stripete mønsteret er helt likt. Dette siden sannsynligheten for å få samme mønster på to etterfølgende bilder, uten at det er samme punkt på banen som er opplyst, er tilnærmet lik null. Bevegelsen til prismet mellom de to bildene i et par benyttes så for å måle distansen tilbakelagt i tidsrommet, dette benyttes så for å regne ut hastigheten.[17]

Denne løsningen detekterer også null, og vil da vente på bevegelse ved å ta bilde av samme flekken med periodiske mellomrom. Når bildene er forskjellige går den tilbake til vanlig modus [17].



Figur 3: Siemens OSMES

3.3 “Line scan”-kamera

“Line scan”-kameraer er et tilnærmet éndimensjonalt kamera, det tar bilder på en piksels bredde og varierende lengde [23]. Teorien bak det å benytte dette for hastighetsmåling baserer seg på så kalt “Optical Flow” [12]. Her konstateres det at dersom overflaten er tilstrekkelig opplyst og flat nok, vil hastigheten følge retningen til intensitetsforandringen [12]. Det vil si at man tar to bilder etter hverandre og finner det punktet der bildeintensiteten er lik. Dette gjøres ved å flytte på det siste bildet. Avstanden som bildet må flyttes, og retningen, benyttes sammen med tiden mellom bildene for å regne ut hastigheten til objektet [22]. De utfordringer som nevnes i forbindelse med denne metoden, går på å fastslå en todimensjonal hastighetsvektor [12] [22]. Disse problemene vil falle bort ved éndimensjonal hastighetsmåling.

Denne teorien benyttes også i en optisk mus [5], men siden en mus har et veldig begrenset arbeidsområde, og i teorien kun skal reagere på en persons arm-/håndleddsbevegelser, så er dessverre musens evner innen hastighet- og distansemåling ganske begrenset.

3.4 3D-syn

Teorien bak 3D-syn er å benytte to parallelle kameraer, mye likt våre egne øyne, for å gi stereoskopisk syn. For å måle avstander korreleres de to bildene, og man måler den horisontale avstanden mellom et punkt som er synlig i begge kameraene. Raten denne avstanden minker med kan så benyttes for å regne ut hastigheten relativt til objektet [13].

3.5 Omron E6C2/rotasjonsenkoder

En “incremental rotary encoder” måler hastigheten ved hjelp av et frekvensometer. En roterende skive skaper pulser som telles av elektronikken i enkoderen [9]. Pulsene kan skapes ved hjelp av:

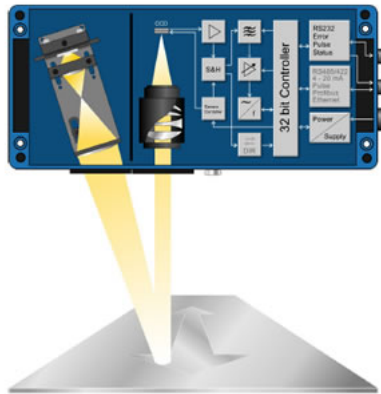
- børster som kobles til kobberplater ved gitte punkter, og dermed slutter en krets [21]
- en lyssensor og en lyskilde på hver sin side av en roterende skive med spalter [6]

- en serie magnetiske materialer festet langs skiven og en magnet-resistor[8]

Kjennskap til antall pulser per omdreining kan dermed benyttes til å regne ut rotasjonshastigheten. Dersom enkoderen er direkte koblet til et hjul med kjent diameter kan distanse og hastighet regnes ut. “Rotary encoders” deles opp i to kategorier, absolutte og inkrementerende. Den første gir ut et signal om den absolutte vinkelen, mens den andre typen bare inkrementerer en verdi hver gang den mottar en puls.

3.6 VLM 320D

Måten VLM 320D virker på kan minne om Siemens OSMES-system, men den har noen fundamentale forskjeller. Den benytter seg også av et opplyst område som blir plukket opp av en CCD-sensor, men ikke et kamera, og opplysning av objektet gjøres ved LED lys kontra lasere. CCD-sensoren fungerer som et optisk rutenett, det vil si at når objektet flyttes genereres en frekvens grunnet moduleringen av rutenettet. Frekvensen er proporsjonal til hastigheten [11].

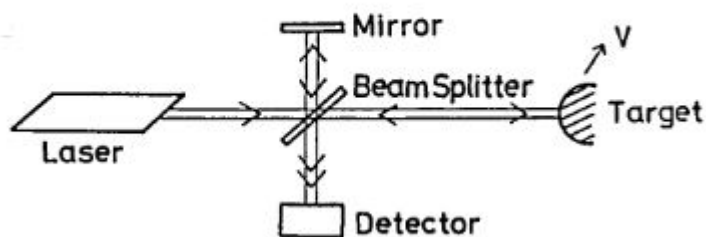


Figur 4: VLM 320D

3.7 μ SPEED/laserdoppler

Laserdoppler benytter seg av en laserdiode, og som oftest, en strålesplitter, et speil og en detektor. Denne stiller høye krav til kalibrering og posisjonering av optikken (kilde, speil, splitter og detektor). Et signal sendes ut og splittes, de to splittede delene sendes i hver sin retning, og den ene treffer et speil og går rett til detektoren, dette er referansesignalet. Den andre grenen treffer objektet som det skal måles hastighet på, og blir reflektert tilbake til detektoren [se figur 5] [16] [20]. Detektoren består av to magnetfelt, et permanent og et oscillerende. Referansefrekvensen og den dopplerskiftede frekvensen analyseres av frekvensen til det oscillerende magnetfeltet [16]. Den dopplerskiftede frekvensen f_δ kan benyttes for å regne ut hastigheten til objektet ved formelen (der V er hastigheten til objektet og λ er bølgelengden til laseren) [16]:

$$f_\delta = \frac{2V}{\lambda}$$



Figur 5: Laserdoppler

3.8 Delta DRS1000/radardoppler

En radardoppler fungerer mye på samme måte som en laserdoppler, men benytter seg av mikrobølger kontra laser. Disse blir sendt ut i pulser, reflektert tilbake, og sammenlignet i en “coherent oscilator” [7].

4 Design og Utvelgelsesprosess

4.1 Utvalgelse

4.1.1 Kvalitativ analyse

For å ta et best mulig valg av endelig løsning benyttes en konseptevaluering som gjør en kvalitativ analyse basert på et poengsystem, der 1 er lavest og 10 er høyest. Det er om å få så høy poengsum som mulig. Kriteriene jeg har tatt hensyn til er:

- Måleområde: området som måles, dersom sensoren plukker opp for mye eller for lite informasjon, vil dette gi trekk her.
- Pris: høy pris gir lav poengsum.
- Arbeid påkrevd: Hvor mye som kreves før systemet er oppe og går, mye arbeid gir lav poengsum.
- Utgangsverdier: Hvilke utgangsverdier som finnes på systemet. Dersom utgangene jeg trenger allerede er tilstede, gir dette høyere poengsum.

	OSMES	“Line Scan”-Kamera	3D-syn	Omron <i>E6C2</i>
Måleområde	5	7	3	7
Pris	1	7	4	8
Arbeid påkrevd	4	3	2	6
Utgangsverdier	4	3	2	5
Resultat	14	20	11	26

Tabell 1: Vekting av måleteorier

	VLM 320D	$LF - IIP$	μ SPEED	Delta DRS1000
Måleområde	9	6	7	0
Pris	1	1	2	5
Arbeid påkrevd	7	7	8	8
Utgangsverdier	7	8	7	5
Resultat	24	22	23	18

Tabell 2: Vekting av ferdige sensorer

Den som kom best ut av denne analysen er Omron sin sensor, som er en kontaktsensor. Den har dog liten nok størrelse og er såpass nøyaktig at dette ikke taler mot den. Det arbeidet som kreves er å montere på en svingarm (slik at den svinger seg inn til nøyaktig samme retning som løpebanen, for å ikke måtte kreve hundre prosent nøyaktig plassering), et hjul og et fjær/demper-system for å holde hjulet i kontakt med løpebåndet til enhver tid.

Så kalt “motion blur”-teknologi har ikke blitt vurdert, da forfatteren ikke klarer å finne noen artikler som støtter at teknologien kan benyttes til dette formålet.

4.1.2 Drøfting av måleområde

God dekning av måleområde (0.1 – 12m/s) gir høyere poengsum. Dersom enheten/metoden måler mye utenfor oppgitt måleområde gir det et lite trekk. Sensorer som mangler dekning for oppgitt måleområde blir ikke tatt med i beregningen.

OSMES Ingen konkrete data blir oppgitt, men måling av T-bane trenger meget høye makshastigheter. Akselerasjonen til en T-bane er så mye større enn til et menneske, at man kan anta at oppløsningen ved lave hastigheter ikke vil være optimal.

“Line Scan”-kamera Med en “line rate” på 7.2kHz på de billigere utgavene og bilder på minimum 2mm i lengde [1], gir dette en maksfart på ca.

15m/s, i verste fall. Altså godt innenfor kravspesifikasjonen. Minimumsfarten må testes, men det er ingenting i litteraturen som tilsier at det skulle være noen problemer med 0.1m/s.

3D—syn Innhentet materiale gir ingen klare svar på hvilke måleområder et slikt oppsett kan klare, men valg av kamera vil logisk nok ha mye å si. Der dette systemet brukes, benyttes det som oftest i samhandling med andre målesystemer for å få en mer robust måling [13]. Dette kan tyde på lav nøyaktighet. Den måler blant annet ikke forskjell på kamerabevegelse og bevegelse av filmet objekt.

Omron E6C2 Minimumshastighet beregnes ut ifra laveste oppløsning (10 pulser/rotasjon), og minste hjul diameter (55mm, basert på diameteren til sensoren) [18]. Dette blir ca. 0.017m/s, noe som er godt under kravet om 0.1m/s. For å regne ut maksfart må man ha responsen. Den laveste responsen til denne modellen er på 50kHz [18]. Dette gir en maksfart på 5000 omdreininger/sek, og med en hjul diameter på 55mm gir dette ca. 850m/s. Utgaver med flere pulser/rotasjon vil bedre oppløsningen og minimumshastigheten den kan måle, og det vil også senke den målbare maksimumshastigheten. Her vil det være større begrensninger på farten gitt av prosessering-, lagring- og overføringshastighet.

VLM 320D 0.008 – 15 m/s [11], dette er et nesten perfekt måleområde med høy oppløsning.

LF – IIP 0.083 – 69 m/s [14], dette er et greit måleområde, men med høy maksfart og litt dårligere oppløsning.

μSPEED 0.017 – 80 m/s [3], dette er et bra måleområde med god oppløsning.

Delta DRS1000 0.2 – 133 m/s [10], dette er ikke innenfor minimumskravet til kravspesifikasjonen. Dersom denne sensoren er signifikant bedre enn konkurrentene på alle andre punkter, vil det være hjemmel for å diskutere en eventuell redefinering av kravspesifikasjoner.

4.1.3 Drøfting om pris

Denne kategorien er simpel nok. Den sensoren eller målemetoden med dyrest pris har fått vekting 1. Gradvis billigere har fått gradvis høyere vekting, og en 10'er vil ligge på ca. 500kr.

OSMES Ingen konkrete data på pris finnes tilgjengelig. En kvalifisert gjetting basert på sensorens bruksområde, krav og spesifikasjoner, setter den i samme område som VLM 320D og $LF - IIP$.

“Line Scan”-kamera Ligger på ca. 4000 kr, basert på priser i dollar etter et kjapt google-søk.

3D-syn Priser rundt 15000 kr, basert på sonys $HXR - NX3D1E$.

Omron E6C2 Priser på billigste utgaven er 2540 kr funnet her:

http://no.rs-online.com/web/c/automation-control-gear/sensors-transducers/rotary-encoders/?applied-dimensions=4294566047,4294965435&esid=c1_4294967294,c1_4294957845,c1_4294571044,c1_4294956880,c1_4294956747,c1_4294957214&m=1

VLM 320D 90000 sek, etter mailkorrespondanse med svensk representant for Astech.

$LF - IIP$ 93800 kr etter mailkorrespondanse med norsk representant for Correvit.

μ SPEED μ Speed smartsensor ligger på rundt 60000 etter mailkorrespondanse med Elovis sine representanter.

Delta DRS1000 Delta DRS1000 koster ca. 9000 kr, fra:

<http://www.docstoc.com/docs/46802658/Delta-Speed-Sensor-Model-DRS1000>.

4.1.4 Drøfting av arbeidsmengde

Noen av sensorene er ferdig utviklet, med alt det innebærer av databehandling, maskinering og lignende. Andre er kun en sensor, der oppheng/feste og andre deler må monteres/fabrikeres. Den siste kategorien er måleteori-er der ingen ferdige sensorer eksisterer, der må alt bygges.

Brukergrensesnitt må lages for alle sensorer, det er dermed ikke tatt med i vektingen.

OSMES Ingen dokumentasjon er funnet som omhandler hvordan å få tak i dette systemet, ei heller som omhandler hvordan å bygge systemet. Vektingen er derfor kun basert på kvalifiserte gjettinger.

“Line Scan”-kamera Dette systemet må bygges fra et enkelt kamera. Signalprosessering og oppheng må lages fra bunnen av.

3D-syn Det eksisterer stereoskopiske kameraer, men detaljer om hvordan å hente ut informasjonen, tolke den i sanntid og hvordan å effektivt regne ut hastigheter, er heller sparsomme. Det må også lages et system for å sende ut hastighet- og distansesignaler.

Omron E6C2 Et oppheng som påser at hjulet er i kontakt med båndet til enhver tid må lages, et hjul må også monteres på sensoren. Det må også lages et system for å behandle analoge ut-verdier.

VLM 320D Et oppheng og en liten analog krets må lages.

LF – IIP Et oppheng og en liten analog krets må lages.

μSPEED Kun oppheng må lages.

Delta DRS1000 Kun oppheng må lages.

4.1.5 Drøfting av utgangsverdier

Denne kategorien overlapper en del med arbeid påkrevd, men det å ha eller å kunne lage gode utgangsverdier, er kritisk for å ha et gjennomførbart prosjekt.

OSMES Her finnes det ingen informasjon tilgjengelig, og antagelsene gjort er at det kun er analoge utgangsverdier.

“Line Scan”-kamera Gir utgangsverdier i form av bilder, disse må tolkes, behandles, og så omformes til analoge og digitale hastighet- og distansesignaler.

3D-syn Her gjelder det samme som for “Line Scan”-kamerateorien; bilder må tolkes, behandles, og så omformes. Disse bildene vil også være kontinuerlige, som stiller enda høyere sanntidskrav.

Omron E6C2 Analog output fyller kravet fra spesifikasjonen [18]. Det trenges kun å lages analog-til-digital-omformer for databehandlingsverktøyet.

VLM 320D Gode digitale og analoge utgangsverdier, 0 – 20mA analog og RS485/RS422, RS232 digitalt [11].

LF-IIP Veldig gode digitale og analoge utgangsverdier, 0–10V analoge og CAN-Bus, USB eller RS-232 digitalt [14].

μSPEED Gode digitale og analoge utgangsverdier, 0 – 4V analog og RS232 digitalt [3].

Delta DRS1000 Greie analoge utgangsverdier, 0 – 5V firkantpuls der pulsfrekvensen øker med hastigheten [10].

4.2 Design

Denne oppgaven krever også design av et system rundt sensoren. Systemet skal sørge for at sensoren kan festes til tredemøllen, uten fare for å falle av. Systemet må også inneholde en integrert krets for databehandling, kommunikasjon av innhentet data og for å produsere sanntidsmålinger lesbare av sluttbrukeren. Sist skal systemet sørge for å levere et analogsignal mellom $-5 - 5V$ på en BNC-kontakt.

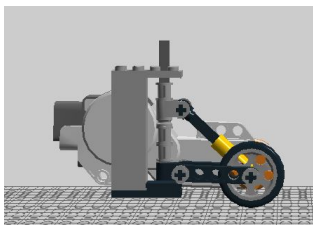
4.2.1 Oppheng og festeanordning

Siden tredemøllene har en kant på utsiden av båndet [se figur 6], vil det være logisk og praktisk å feste oppheng og boks der. De tredemøllene som benyttes av institutt for bevegelsesvitenskap har begge et metallisk område på denne kanten. Dette åpner for bruk av magneter som feste. Som et alternativ til magneter, kan anordningen festes i strukturen ved justerbare tvinger, eller lignende løsninger.

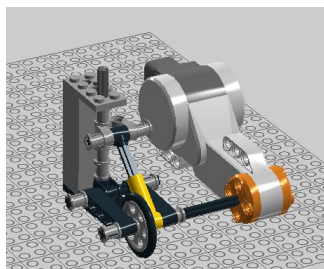


Figur 6: Tredemølle

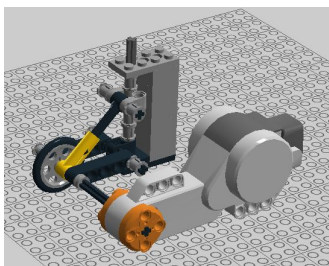
Festeanordningen vil sitte fast i “boksen” for elektronikken, og “boksen” vil beskytte elektronikken og virke som det strukturelle sentrum i konstruksjonen. Ut fra “boksen” vil det være en arm med regulerbar lengde, og i enden av denne armen vil sensoroppheget være plassert. Denne armen må være så rigid som mulig, slik at den ikke påvirkes av påkjenninger fra hjul, sensor, og eventuell bevegelse i strukturen til tredemøllen. Ytterst på armen vil det være et hengsledd i horisontal retning som fungerer som en svingarm, slik at hjulet kan stille seg inn parallelt med løpebanen av seg selv. Fra denne svingarmen må det være et godt, men hengslet, feste for sensoren slik at hjulet kan bevege seg i vertikal retning. Et annet festepunkt fra denne svingarmen skal være utstyrt med et fjær/demper-element, for å sikre at hjulet alltid er i kontakt med båndet, selv ved høydevariasjoner som oppstår ved løping. En skissert modell i Lego viser prinsippet til dette [se figur 7].



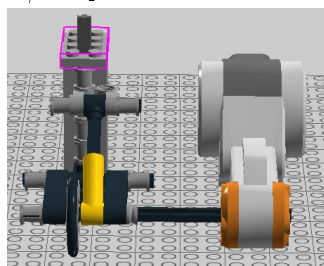
(a) Den grå kolonnen er festet og svingarmen



(b) Den gule delen er fjær/demper-enheten



(c) Den mørkeblå delen er et hengslet bevegelig hjuloppheng

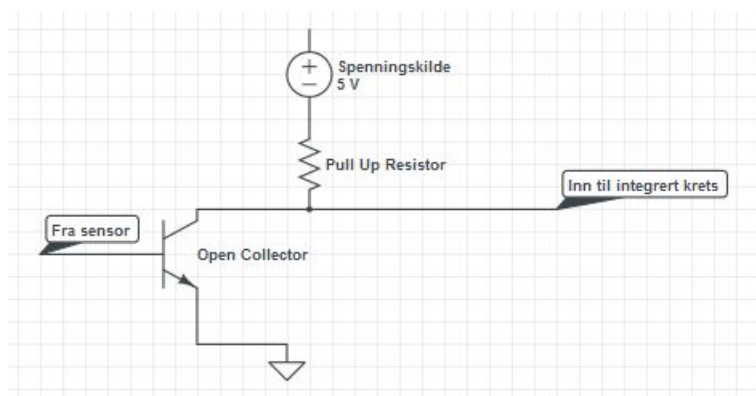


(d) Den hvit/grå/oransje enhet er sensoren

Figur 7: Legomodell

4.3 Elektroniske komponenter og funksjonalitet

Valg av elektroniske komponenter og løsninger vil dikteres av valg av sensor. Med en optisk enkoder fra Omron vil utgangen være i form av en “Open Collector” og komme i opp til 2000 pulser/rotasjon [18]. Dette skal kobles opp mot en strømkilde, en “pull up resistor”, og jord. Det vil da gi et digitalt signal, til mikroprosessen, som går høyt hver gang sensoren sender ut en puls [Se figur 8].



Figur 8: Krets for signal fra sensor

Dette skal leses av en mikroprosessor, for eksempel en Arduino eller ATmega. Mikroprosessen skal deretter regne ut hastighet og distanse. Den må velges på bakgrunn av at den er kjapp nok til å regne ut og sende ut i tilnærmet lik sanntid. Det er mulig at en ekstern lagringsenhet skal inkorporeres her for logging, ellers er det mulig å gjøre dette på samme enhet/sted som brukergrensesnittet er. Det skal sendes ut et minimum av 4 signaler fra mikroprosessen, disse vil være:

- Digitale signaler
 - Fart
 - Distanse
- Analoge signaler ($-5 - 5V$)
 - Fart
 - Distanse

For å få til dette trengs det en til to digital-til-analog-omsettere basert på hastigheten deres. Det må også bestemmes overføringsmedium og protokoll for de digitale signalene, muligheter som finnes er for eksempel USB, CAN, RS232 og RS485. Det er også mulig å sende ut trådløst via “WiFi” eller “Bluetooth”, men da må komponenter som støtter dette inkorporeres i den integrerte kretsen.

Det siste som skal lages er et brukergrensesnitt som skal vise frem hastighet og distanse for brukeren. Det skal også være mulig å hente ut treningslogg her. Denne delen trenger enten en form for integrert krets med en mikroprosessor for mottak av signaler, skjerm for visning, muligens lagringsmedium, og en mulighet for henting av logg. Her er det mulig å benytte et lite og enkelt kort med skjerm, som for eksempel butterfly. Det er også mulig å utvikle en “app” for android, slik at en mobil eller et nettbrett kan benyttes.

5 Konklusjon og videre arbeid

5.1 Konklusjon

Konklusjonene gjort i denne oppgaven, ut ifra innhentet informasjon, er at den beste løsningen som er gjennomførbar fra et praktisk og økonomisk synspunkt er en løsning med en optisk enkoder koblet direkte til et hjul i kontakt med løpebåndet. Dette skal være hengt opp på en svingarm slik at hjulet svinger seg inn parallelt med båndet til enhver tid. Det må også være festet med en fjær/demper-løsning og et hengslet feste, slik at hjulet alltid har kontakt og tilstrekkelig friksjon med løpebåndet. Denne løsningen er den billigste og blant de enkleste siden det er en ferdig sensor. Det eneste negative med løsningen er at den krever kontakt med båndet, noe som gjør konstruksjonen av oppheng noe mer komplekst. I tillegg til en sensorløsning, trengs det også en festeanordning for å feste sensor og oppheng til tredemøllen, en «boks» for elektronikken der prosessering, mellomlagring og signalbehandling gjøres, og til slutt utganger, overføringsmedium og et brukergrensesnitt. Denne slutningen er trukket på grunn av valget av sensor siden alle disse tingene må være med for å få en funksjonell løsning med den valgte sensoren. Sensoren ble valgt gjennom en grundig prosess, der en kvalitativ analyse sto for det avgjørende valget. Mange andre sensorer var vel så bra, eller bedre på mange punkter, men hadde gjerne et punkt hvor de fikk så dårlig vektning at de ikke kunne konkurrere om toppen. μ SPEED smartsensor, VLM 320D, LF – IIP, og Siemens OSMES har uoverkommelige priser. Delta DRS1000 sitt måleområde dekker ikke måleområdet fra kravspesifikasjonen. “Line scan”-kameraer og 3D-syn krever for mye arbeid for å få til en fungerende løsning, siden de kun sender ut bilder/film.

Den ellers største oppdagelsen gjort i løpet av dette prosjektet er; at selv om mange løsninger virker forlokkende grunnet sine tekniske spesifikasjoner, er det lett for en ingeniør å se seg blind på geniale løsninger. Når det kommer til stykket er det beste oftest den enkleste og billigste løsningen, og helst den som er lettest å anvende.

5.2 Videre arbeid

Det er mye som gjenstår å få ferdig før dette er en brukbar løsning for institutt for bevegelsesvitenskap. Det må gjøres godt begrunnede valg av elektroniske, analoge og digitale komponenter, disse må settes sammen, og deretter kobles opp mot sensoren. Oppheng, festeanordning, og «boks» må bygges. All funksjonalitet og brukergrensesnittet må programmeres, og det må også gjøres analyse av kompleksiteten til brukergrensesnittet. Til slutt må alt testes grundig.

Referanser

- [1] Basler. *Basler L300*.
- [2] Leslie E. Drain. The laser doppler techniques. *Wiley-Interscience*, 1980.
- [3] Elovis. *uSPEED smartsensor*.
- [4] Antonio Mincuzzi et al. Eddy current speedometer, 1972.
- [5] Eric Nestler et al. Optical mouse, 1989.
- [6] Gerald L. Cox et al. Incremental rotary encoder, 1983.
- [7] Henri Jean Bosc et al. Pulse doppler radars, 1967.
- [8] Susumu Ito et al. Magnetic rotary encoder for detection of incremental angular displacement, 1980.
- [9] J. A. Canceas F. Briz and A. Diez. Speed measurement using rotary encoders for high performance ac drives. *Industrial Electronics, Control and Instrumentation, 1994. IECON'94., 20th International Conference on. Vol. 1. IEEE*, 1994.
- [10] GMH Engineering. *Delta DRS1000*.
- [11] HiTech. *VLM320D*.
- [12] Berthold K.P. Horn and Brian G. Shunk. Determining optical flow. *Artificial intelligence*, 1981.
- [13] Alexander Bachmann Jan Horn and Thao Dang. A fusion approach for image-based measurement of speed over ground. *2006 IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems*, 2006.
- [14] Kistler. *LF-II P*.
- [15] Kun-Jhih Li Lin, Huei-Yung and Chia-Hong Chang. Vehicle speed detection from a single motion blurred image. *Image and Vision Computing* 26, no. 10, 2008.

- [16] James H. Mender and Brett Spivey. Laser doppler velocimeter, 1996.
- [17] Edwin A. Mortlock and Geoff Hubbs. Implementing optical speed measurement (osmes) for communication based train control. *Rail Conference, 2004. Proceedings of the 2004 ASME/IEEE Joint*, 2004.
- [18] Omron. *Omron E6C2*.
- [19] Odd Pettersen. Digital - analog og analog - digital omsetting. Kompendium i Elektriske kretser.
- [20] H. Yoshida S. Shinohara, A. Mochizuki and Masao Sumi. Laser doppler velocimeter using the self-mixing effect of a semiconductor laser diode. *Applied Optics, Vol. 25, Issue 9*, 1986.
- [21] Jun Sato. Miniaturized incremental encoder, 1995.
- [22] Viktor Kalman Tibor Takacs and Laszlo Vajta. Optical speed measurement and applications. InTech, 2008.
- [23] Peng Seng Toh. Line scan camera, 2001.