

BMP 3900 Bacheloroppgave

Billig og effektiv direktesending

Det mediefaglige rundt direktesending med Raspberry Pi som verktøy

Henrik Ruud og Petter Gustafson
14.05.2018

Sammendrag

Tittel: Billig og effektiv direktesending

Dato: 14.05.18

Deltakere: Henrik Ruud og Petter Gustafson

Veileder: Kjell Are Refsvik

Oppdragsgiver: Oppland Arbeiderblad og NTNU

Nøkkelord: Direktesending, strømming, Raspberry Pi, Flerkamera

Antall Sider: 52

Antall Vedlegg: 6

Publiseringsavtale inngått: Ja

Kort beskrivelse av bacheloroppgave:

I denne oppgaven bruker vi den lille datamaskinen Raspberry Pi som kjerne i et flerkamera direktesendingssystem. I et tidligere emne utviklet vi systemet, og det er på bakgrunn av disse erfaringene vi har videreutviklet og kommentert det mediefaglige aspektet rundt dette i denne bacheloroppgaven. Prosjektet og oppgaven er todelt. Del 1 omhandler en teknisk test av Raspberry Pi, linser og mikrofoner. Del 2 beskriver gjennomføring og resultat av en direktesending basert på erfaringene fra del 1. Vi har funnet ut at Raspberry Pi kan egne seg godt som et direktesendingsverktøy, men det er en rekke utfordringer som må arbeides videre med. Basert på våre erfaringer og resultater kommer vi også med en anbefaling av utstyr.

Abstract

Title: Cheap and effective livestreaming

Date: 14.05.18

Participants: Henrik Ruud and Petter Gustafson

Supervisor: Kjell Are Refsvik

Employer: Oppland Arbeiderblad and NTNU

Keywords: Livestreaming, streaming, Raspberry Pi, Multi-camera

Number of pages: 52

Number of appendix: 6

Availability: Open

Short description of the bachelor thesis:

In this project, we use the small single-board Raspberry Pi as the core of a multi-camera live broadcasting system. We developed the system in a previous subject and based on these experiences we have further developed and researched on the media-related aspect of this bachelor assignment. The project is divided in two parts. Part 1 deals with the technical test of Raspberry Pi, lenses and microphones. Part 2 describes the implementation and results of a live broadcast based on the experiences from Part 1. In the end we concluded that Raspberry Pi can be a good tool for live broadcasting, but there are several challenges that needs to be improved. Based on our experience and results we've made recommendations for equipment to use.

Innholdsfortegnelse

<i>Sammendrag</i>	1
<i>Abstract</i>	2
<i>Overordnet innledning</i>	5
<i>Del 1 – Teknisk test</i>	6
<i>Innledning</i>	7
<i>Teori</i>	8
<i>Bitrate</i>	8
<i>Linser</i>	9
<i>Mikrofoner</i>	9
<i>Planlegging av direktesending</i>	10
<i>Infrastruktur</i>	10
<i>Metode</i>	12
<i>Resultater</i>	15
<i>Bitrate</i>	16
<i>Linser og kameraplassering</i>	17
<i>Mikrofoner</i>	20
<i>Diskusjon</i>	22
<i>Problemer med å lagre lyd og bilde lokalt</i>	22
<i>Bildebrikke – Et gjennombrudd, for sent</i>	22
<i>Programmering – Et kunnskapshull vi ikke klarer å fylle</i>	23
<i>Konklusjon</i>	24
<i>Del 2 – Skarp direktesending</i>	25
<i>Innledning</i>	26
<i>Teori</i>	26
<i>Event</i>	26
<i>Bilde- og lyd kvalitet</i>	27

Metode	28
Resultat	30
Stabilitet	31
Bildekvalitet	32
Lydkvalitet	33
Montering/oppsett	34
Total kvalitet	35
Diskusjon	36
Metodekritikk	36
Internett og bitrate	36
Kommunikasjonssvikt	37
Student møter verden	37
Hva hvis?	38
Konklusjon	39
Referanseliste	40
Vedlegg	42
Vedlegg 1 - Prosjektskisse	43
Vedlegg 2 – Prosjektavtale/Kontrakt	44
Vedlegg 3 – Analyse av linser (teknisk test)	47
Vedlegg 4 – Klargjøre RPI for livestreaming	48
Vedlegg 5 – Videofiler	50
Vedlegg 6 – Nyttige lenker	51

Overordnet innledning

Høsten 2017 utførte vi et prosjekt på vegne av NTNU. I en årrekke har medieproduksjonsklassen produsert en direktesending av en kunnskapskonkurranse på campus. Etersom vi er det siste kullet var det ingen andreklassinger som kunne gjennomføre dette. Derfor fikk vi i oppdrag å utvikle et system som kunne gjøre direktesendingen på en effektiv måte. I 2016 var vi 15, men i 2017 var vi to. Kort forklart ble direktesendingen mer eller mindre en suksess.

Systemet utførte oppgaver som tidligere måtte gjøres av et mannskap. Det bestod av seks Raspberry Pi. Dette er små datamaskiner som tillater tilkobling av masse utstyr. I teorien et fullkomment utgangspunkt for direktesending, men i praksis opplevde vi en del utfordringer. Særlig knyttet til lyd og variasjon av bildeutsnitt. I tillegg brukte vi en dårlig løsning for å tilføre Raspberry Pi strøm og internett. Med dette som utgangspunkt valgte vi å bruke bacheloremnet til å videreutvikle flerkamerasystemet på bakgrunn av fjorårets erfaringer. Videre i oppgaven vil vi referere til Raspberry Pi som RPI. I denne oppgaven har vi degradert fra seks til fire Raspberry Pi.

Et langtidsmål med dette systemet er at det skal være en ressurs for lokale idrettslag, foreninger, aviser og generelt kunne brukes til direktesending av møter, konserter, eventer, foredrag, debatter o.l. Dette er grunnen til at Oppland Arbeiderblad (OA) viste interesse for dette prosjektet. Derfor har vi hatt både OA og NTNU som oppdragsgivere gjennom dette prosjektet. OA har bistått med 38 000 kr til utstyr og utvikling. I utgangspunktet skulle vi bruke Gjøvik Tennisklubb sin tennishall til gjennomføring av prosjektet, men dette endret seg underveis og vi endte i Campus Arena (driftes av kommunen) som ligger på campus. Vi har hatt kontakt med Gjøvik kommune for å få tillatelse til å bruke idrettshall og internett.

Prosjektet og denne oppgaven er todelt. Første del består av en teknisk test av både RPI og alt utstyr. Den siste delen omhandler selve direktesendingen basert på erfaringene fra del 1. Det er i praksis to separate rapporter.

Del 1 – Teknisk test

Innledning

Før vi kan gå i gang med en «skarp» direktesending må vi teste utstyr og lokalet. Vi har en avtale med Gjøvik kommune og Gjøvik innebandyklubb. Avtalen går ut på at vi kan bruke kommunens nettverk for å teste og gjennomføre en direktesending, samtidig som innebandyklubben har gitt oss tillatelse til å gjøre opptak og sende direkte.

Målet med denne tekniske testen er å underbygge valg av linser, mikrofoner og kameraplassering under den skarpe direktesendingen. I tillegg får vi testet hvorvidt infrastrukturen holder mål. Vi er avhengige av internett-kabler som strekker seg helt opp til 30 meter, samtidig som de gir både tilstrekkelig med strøm og internett til RPI.

Vi sammenligner hele dette prosjektet med prosessen man må igjennom for å begynne med briller. Man kan ikke gå rett inn i butikken og plukke med seg et brillepar man liker. Man må først til en optiker for å teste synet, deretter kan man velge innfatning og brilleglass. Dette er den tekniske testen vi skal gjennomføre. Vi skal finne ut av hva vi har av utstyr, hvordan det presterer og hvilke egenskaper det har, før vi tilslutt bestemmer oss for hva vi skal bruke under direktesendingen. *Hvordan kan vi optimalisere og klargjøre RPI og de komponentene vi har tilgjengelig for en direktesending av innebandy?*

Teori

```

pi@pi6: ~
File Edit Tabs Help
frame=16508 fps= 25 q=-1.0 size= 300175kB time=00:11:00.28 bitrate=3724.2kbits/
frame=16520 fps= 25 q=-1.0 size= 300345kB time=00:11:00.76 bitrate=3723.6kbits/
frame=16532 fps= 25 q=-1.0 size= 300579kB time=00:11:01.27 bitrate=3723.7kbits/
frame=16546 fps= 25 q=-1.0 size= 300819kB time=00:11:01.80 bitrate=3723.6kbits/
frame=16558 fps= 25 q=-1.0 size= 301039kB time=00:11:02.28 bitrate=3723.7kbits/
frame=16571 fps= 25 q=-1.0 size= 301296kB time=00:11:02.80 bitrate=3723.9kbits/
frame=16583 fps= 25 q=-1.0 size= 301502kB time=00:11:03.28 bitrate=3723.8kbits/
frame=16596 fps= 25 q=-1.0 size= 301737kB time=00:11:03.80 bitrate=3723.7kbits/
frame=16608 fps= 25 q=-1.0 size= 301957kB time=00:11:04.28 bitrate=3723.8kbits/
frame=16621 fps= 25 q=-1.0 size= 302184kB time=00:11:04.80 bitrate=3723.7kbits/
frame=16634 fps= 25 q=-1.0 size= 302438kB time=00:11:05.32 bitrate=3723.9kbits/
frame=16646 fps= 25 q=-1.0 size= 302643kB time=00:11:05.81 bitrate=3723.6kbits/
frame=16659 fps= 25 q=-1.0 size= 302879kB time=00:11:06.32 bitrate=3723.7kbits/
frame=16671 fps= 25 q=-1.0 size= 303097kB time=00:11:06.81 bitrate=3723.6kbits/
frame=16684 fps= 25 q=-1.0 size= 303397kB time=00:11:07.32 bitrate=3724.4kbits/
frame=16697 fps= 25 q=-1.0 size= 303581kB time=00:11:07.84 bitrate=3723.8kbits/
frame=16710 fps= 25 q=-1.0 size= 303806kB time=00:11:08.36 bitrate=3723.7kbits/
frame=16723 fps= 25 q=-1.0 size= 304031kB time=00:11:08.88 bitrate=3723.6kbits/
frame=16735 fps= 25 q=-1.0 size= 304257kB time=00:11:09.37 bitrate=3723.6kbits/
frame=16748 fps= 25 q=-1.0 size= 304542kB time=00:11:09.88 bitrate=3724.3kbits/
frame=16760 fps= 25 q=-1.0 size= 304722kB time=00:11:10.37 bitrate=3723.7kbits/
frame=16773 fps= 25 q=-1.0 size= 304956kB time=00:11:10.89 bitrate=3723.7kbits/
frame=16786 fps= 25 q=-1.0 size= 305190kB time=00:11:11.40 bitrate=3723.7kbits/
speed= 1x

```

Figur 1.1: Eksempel på dataterminal når man sender en videostream ved bruk av Raspivid og FFmpeg (programvare).

Bitrate

Det å gjennomføre videostreaming kan høres ganske lett ut, men hvis man går inn i det tekniske er det masse ulike variabler man må passe på for at opplevelsen skal kunne være optimal og hyggelig for brukeren. Basert på erfaringene fra forrige semester visste vi at vi måtte lære og utforske litt mer om begrepet «bitrate». Vi visste i utgangspunktet ikke hvordan bitrate faktisk påvirker den opplevde videokvaliteten for brukeren og derfor prioriterte vi å finne ut av dette. Bitrate er antall bits som sendes fra ett sted til et annet (Christensson, 2006). Med andre ord måler den hvor mye data som sendes under et gitt tidspunkt. Når det er snakk om bitrate innen videostreaming så anbefaler IBM mellom 1200 til 4000 kbps (IBM, ukjent årstall) for å kunne sende video i 720p kvalitet, mens Twitch.tv anbefaler 2500 til 4000 kbps (Twitch, ukjent årstall). I følge IBM må man ha en høyere bitrate for sport enn for statiske bilder. Mye bevegelse i bildet krever at det sendes mer data per sekund. Det er derfor det er et stort spenn mellom den minste og den høyeste anbefalingen. Hvordan kan vi optimalisere bitraten og hvordan påvirker dette den opplevde kvaliteten?

Linser

Noe av det vi jobbet med i den første delen av dette prosjektet var å gjøre research og bestille produkter som kunne forbedre kvaliteten og prosessen basert på erfaringene fra forrige semester. Vi ønsket å eksperimentere med diverse linser for å øke fleksibiliteten og kvaliteten på det brukeren fikk se under sendingen. Kreative bildeutsnitt er noe av det som gjør at et slikt system skiller seg ut fra tradisjonelle direktesendinger. Vi så på to forskjellige linsetyper; M12 og CS. Dette er linser som brukes til mye forskjellig, men er kanskje mest kjent for å brukes i overvåkningskameraer og liknende. Det ble bestilt fire CS- og tre M12-linser. Disse linsene har forskjellig mount (mekanisme som fester linse til kamera). Dette er linser og mounts som er rimelige og enkle i bruk. Vi brukte kunnskap om vanlige linser og systemer for å begrunne valgene av ulike linser med forskjellig brennvidde. Objektivets brennvidde defineres av avstanden fra linse til bildebrikke (Fjørtoft, 2012). Den komplette listen med linser bestod av brennvidder fra 2,8mm-60mm. Leirpoll (2015) forteller oss at variasjon i bildeutsnitt er det som gjør en film spennende. Derfor er det naturlig å anta at dette gjelder for en direktesending også. På bakgrunn av dette kan vi stille følgende forskningsspørsmål: Hvilken kombinasjon av linse og kamera-mount gir det beste resultatet i en idrettshall og i hvor stor grad gir dette oss fleksibilitet med tanke på bildeutsnitt?

Mikrofoner

Samtidig som vi kjøpte inn linser og kameramount bestilte vi også 4 mikrofoner. Basert på en mikrofontest av Rouchon (et al, 2017) valgte vi de to beste mikrofonene. Dette er relativt små og billige mikrofoner som tar opp lyd fra 360 grader (egentlig er det flere små mikrofoner som peker i forskjellige retninger). I tillegg til disse kjøpte vi en retningssensitiv mikrofon som kan minne om en profesjonell kanonmikrofon. I boka «Video i praksis» skriver Leirpoll (2015) hvor viktig det er å komme nærme objektet som prater for å fange god lyd og dialog. Vi skal riktignok ikke operere på et filmsett, men i en idrettshall hvor det er mange faktorer som spiller en viktig rolle for plassering. I tillegg er det lite dialog som er av interesse. Uansett er det viktig å ha denne bakgrunnskunnskapen i bakhodet når man avgjør plassering av de diverse mikrofonene. Det som er interessant for oss å teste ut er hvilke av disse mikrofonene egner seg til opptak av sport innendørs. Hvordan klarer de billige mikrofonene seg i forhold til den dyre og mer profesjonelle?

Planlegging av direktesending

Cassidy (2007) gir tips til hvordan man kan forberede gode opptak av et sportsarrangement. Han nevner ting som tilgang til strøm, tilstrekkelig plass til kamera og stativ og at man må ta hensyn til at det kan være mange mennesker både foran og bak kameraet. I en annen artikkel skriver Ward (2015) at man må huske å reservere et sted å oppholde seg, tape alle kabler og gjemme overflødig utstyr. Vi må sørge for en stabil og god internett-tilgang gjennom hele den tekniske testen og senere, direktesendingen. I tillegg til dette må vi tenke gjennom det Jarle Leirpoll (2015) skriver om varierende bildeutsnitt. Hvordan kan man plassere RPI og tilhørende utstyr på en hensiktsmessig og forsvarlig måte under en direktesending?

Infrastruktur

Infrastruktur har vært et stort tema i arbeidet vårt. Vi spurte oss selv, «hvordan kan vi gjennomføre en flerkameraproduksjon med RPI med minst mulige kabler?» I veiledning med Kjell Are Refsvik kom vi frem til en løsning. PoE, eller *Power over Ethernet* er en teknologi som lar deg strømføre en enhet samt gi internett-tilgang ved bruk av bare internettkabel (Veracity UK, 2016).

Hvis man går dypere inn i det tekniske så krever dette først og fremst at enheten som du vil gi strøm til har støtte for PoE og det samme gjelder der strømmen skal komme fra. Noe som bremsset opp arbeidstempoet vårt ganske fort var at RPI offisielt ikke støtter PoE, dermed måtte vi finne andre løsninger. I forrige semester brukte vi en løsning som ga oss muligheten til å dra nytte av PoE-teknologien, men det var aldri en sikker løsning (den var lite solid) og vi visste at en eller annen gang kom det til å gå galt, og det gjorde nemlig det. Mer viktig er løsningen vi fant under denne arbeidsprosessen.



Figur 1.2: PoE komponent til Raspberry Pi

En RPI er en modulær liten datamaskin gir deg muligheten til å bygge på med ulike komponenter, en av disse komponentene er en såkalt PoE-hatt. Som du ser i figur 1.2 strømfører datamaskinen gjennom en PoE-kabel koblet inn i hatten som sender strøm og data videre inn i RPI. Det aller viktigste i denne metoden er selve kablet man bruker som er en tvunnet parkablet Ethernet-kabel. Det er den som gir deg mulighet til å sende både strøm og data over samme kabel fra A til B. Internett-kablene vi brukte er av typen Cat6 som per dags er den nyeste standarden tilgjengelig for forbrukere.

Metode

Selv om prototypen vår er bygget på erfaringer og komponenter fra forrige semester er vi fortsatt i «test-fasen». Dette betyr at prototyping er den grunnleggende metoden vi tar i bruk. En prototype er i utgangspunktet «den opprinnelige» modellen av et produkt (Hofstad, 2016). Som Dam og Siang (2017) skriver, kan man ved hjelp av prototyping utforske idéer og teste produktet før man iverksetter produksjon. På denne måten sparer man tid og ressurser. Utfordringen med prototyping er at det ikke er en definert, akademisk metode med retningslinjer og maler. Det er i utgangspunktet en kreativ prosess som kun begrenses av den som tar den i bruk (eventuelt utstyr og budsjett). Vi har for enkelhets skyld delt denne prosessen inn i 4 deler.

1. Research
2. Montering og testing
3. Feltobservasjon
4. Analyse

Den første delen representerer jobben vi gjorde for å finne alt fra linser og mikrofoner til kabler og skruer. På en måte kan man sammenligne dette med en litteraturstudie. Hvis man gjennomfører en litteraturstudie vil det si en omfattende gjennomgang og tolkning av eksisterende forskning innenfor et spesifikt tema (Aveyard, 2014). Vi skaffet oss et bilde av hvilket utstyr som var tilgjengelig, kompatibelt og realistisk, før vi analyserte hva vi trengte og fremla en konklusjon i form av en innkjøpsliste (Vedlegg 6).

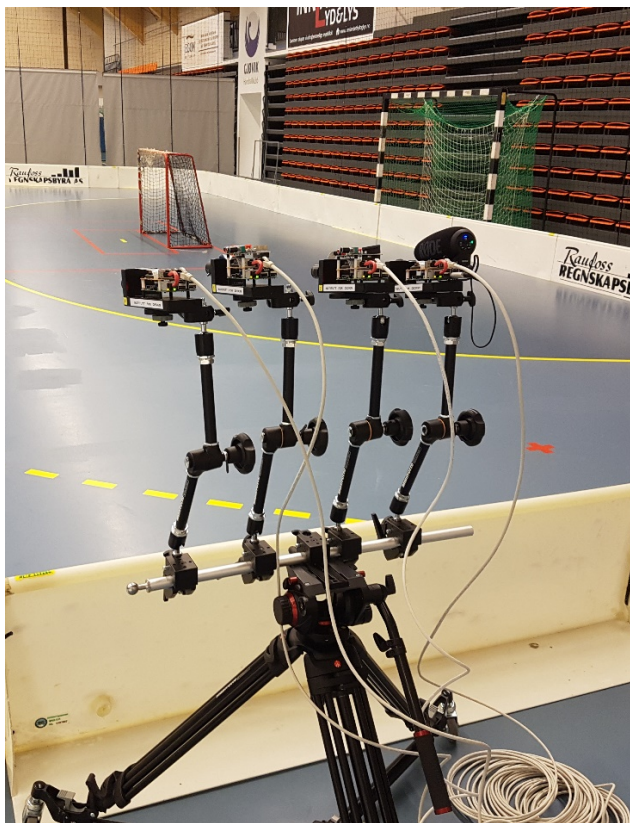
Da vi mottok utstyret måtte dette monteres og testes. Vi fikk hjelp av veileder Kjell Are Refsvik som bidro med idéer og innspill til hvordan RPI og tilhørende komponenter kunne monteres og festes på en forsvarlig måte. Vi testet og sammenlignet linsene i et kontrollert miljø (Vedlegg 6). Samtidig monterte og testet vi mikrofonene. Dette var mest for å forsikre oss om at de fungerte.

Den neste fasen var observasjon. Under den tekniske testen gjennomførte vi en enkel feltobservasjon av samtlige RPI og alt utstyret i et miljø som er tilnærmet likt det endelige miljøet produktet skal operere i, samtidig som vi kunne samle data og erfaringer. «Brukt som metode, innebærer observasjon at vi bruker våre sanser på en mer disiplinert og gjennomtenkt måte enn det vi gjør til daglig» (Halvorsen, 2008, s. 133). Østbye (et al. 2013, s. 114) sier at en feltobservasjon blir «et vekselspill mellom teori, analytiske begrep, forståelse og empiriske observasjoner». I vårt tilfelle får vi data i form av video, lyd eller skjermbilder fra RPI. I tillegg til dette tok vi feltnotater som gjør at vi får en grundig analyse. Vi tok notater i et skjema basert på forslag fra Østbye (et al. 2013):

Observasjonsnotater (ON): Her beskriver man det som observeres, kun på det manifeste nivået.

Teoretiske notater (TN): Her kan man skrive tolkninger av observasjonene.

Metodologiske notater (MN): Ting man kommer på underveis, påminnelser, egne vurderinger, kritikk av hva man har gjort, anbefalinger videre ol.



Figur 1.3: Her ser man hvordan RPI og utstyr var plassert under den tekniske testen.

Tilslutt må all data analyseres og tolkes. Dette blir en kvalitativ analyse av bilder, lyd og metadata. Dette vil gi oss et godt grunnlag for å besvare problemstilling og forskningsspørsmål.

Resultater

Vi brukte fire RPI og skulle teste fire mikrofoner og åtte linser. Derfor ble testen delt opp i to runder. Vi strømmet ca. fem minutter for hver runde og var ute etter situasjoner med mye bevegelse og mye lyd. Samtidig tok vi notater av hvordan innebandy utfolder seg og hvor det kan være interessant og hensiktsmessig å plassere RPI under en direktesending for å formidle denne sporten på en god måte. Vi fikk testet utsnitt, bildekvalitet/støy, fargegjengivelse og brukervennlighet.



Figur 1.4: Skjerm bilde fra fire forskjellige RPI.

Det var ikke mye variasjon i lydbildet, men det var forventet. I en idrettshall med så mange mennesker tilstede får man en gjennomtrengende lyd av prating og roping, sko som tramper i gulvet og ballen som spretter bortover banen. Målet var å teste hvordan dette hørtes ut på de forskjellige mikrofonene, og særlig de billige. I utgangspunktet skulle vi lagre både lyd og

bilde lokalt på hver enkelt RPI for å unngå at internetthastighet og Youtube sin håndtering av sendingen skulle påvirke resultatet. Dette viste seg å by på utfordringer og vi valgte derfor å sende til Youtube.

Bitrate

Ved bruk av Raspivid og FFmpeg fortalte vi RPIene at de skulle sende video i 5200 kbps slik at vi kunne være på den sikre siden. Hvis vi sammenligner dette med hva som er anbefalt for en 720p videostrøm som er mellom 2500 og 4000 kbps er dette godt innenfor. Det endelige resultatet for de RPIene varierte. To av dem holdt en stødig sending på ca. 5100 kbps, mens de to andre lå på rundt 3700 kbps. Under selve videostrømmingen så vi i YouTube at dette egentlig ikke kunne stemme da kvaliteten ikke var særlig bra.

I etterkant lastet vi ned videostrømmene fra Youtube for å undersøke metadataen litt grundigere. Da la vi merke til at den hadde falt betraktelig fra 5100 kbps til under 800 kbps. Dette er jo også langt under det som er anbefalt for strømming i 720p. Vi vet ikke helt hva som har skjedd her. For å sammenlikne dette med noe vi forstår så tenker vi på toget fra Gjøvik til Oslo. Toget symboliserer videostrømmen. I Gjøvik går det på 500 passasjerer, men når toget ankommer Oslo er det bare 100 passasjerer igjen. Vi vet det har vært to stopp på turen, men ikke noe mer enn det. Vi kan bare anta at 400 passasjerer har gått av underveis. De to stoppene symboliserer opplastning og nedlastning fra Youtube. Vi vet ikke om bitraten faller når den lastes opp, når den lastes ned eller begge gangene.

<pre> bitrate=5277.3kbits/ bitrate=5278.8kbits/ bitrate=5275.6kbits/ bitrate=5278.0kbits/ bitrate=5277.5kbits/ </pre>	<pre> Overall bit rate mode : Variable Overall bit rate : 754 Kbps </pre>
---	---

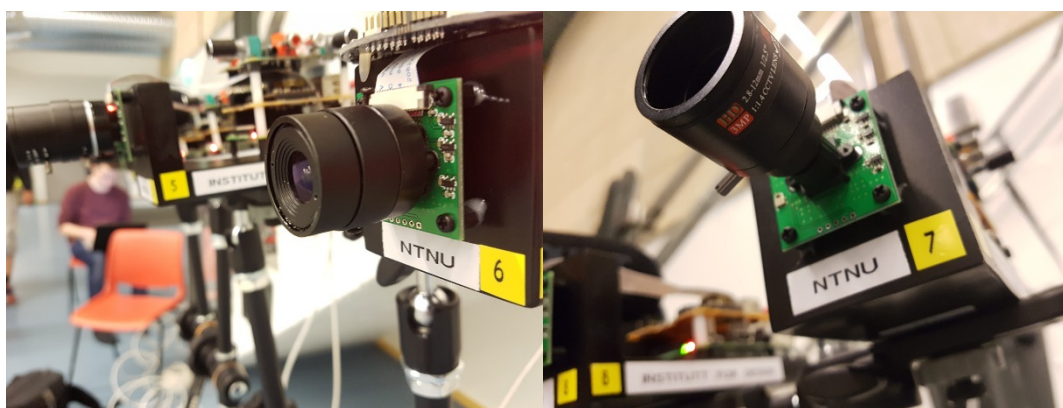
Figur 1.5: Til venstre ser man et utklipp fra en skjermdump av terminalvinduet inne i RPI. Dette forteller hvilken bitrate vi sendte videostrømmen i. Til høyre ser man en skjermdump av metadataen tilhørende den nedlastede filmen.

Linser og kameraplassering

Vi ser ikke behovet for å liste opp samtlige kombinasjoner av RPI, mikrofoner og linser. Den fulle analysen av bildekvalitet ligger vedlagt (Vedlegg 3). Vi skal derimot nevne de fire linsene, mikrofonene og de forskjellige plasseringene vi har valgt ut til direkteendingen.

Vi har valgt ut fire linser basert på tenkt plassering og linsenes egenskaper. Som nevnt i innledningen hadde vi to forskjellige linsetyper. M12 og CS. Linsene ser relativt like ut, men den store forskjellen ligger i mounten (festet). M12 har den tynne, mens CS har den tykke.

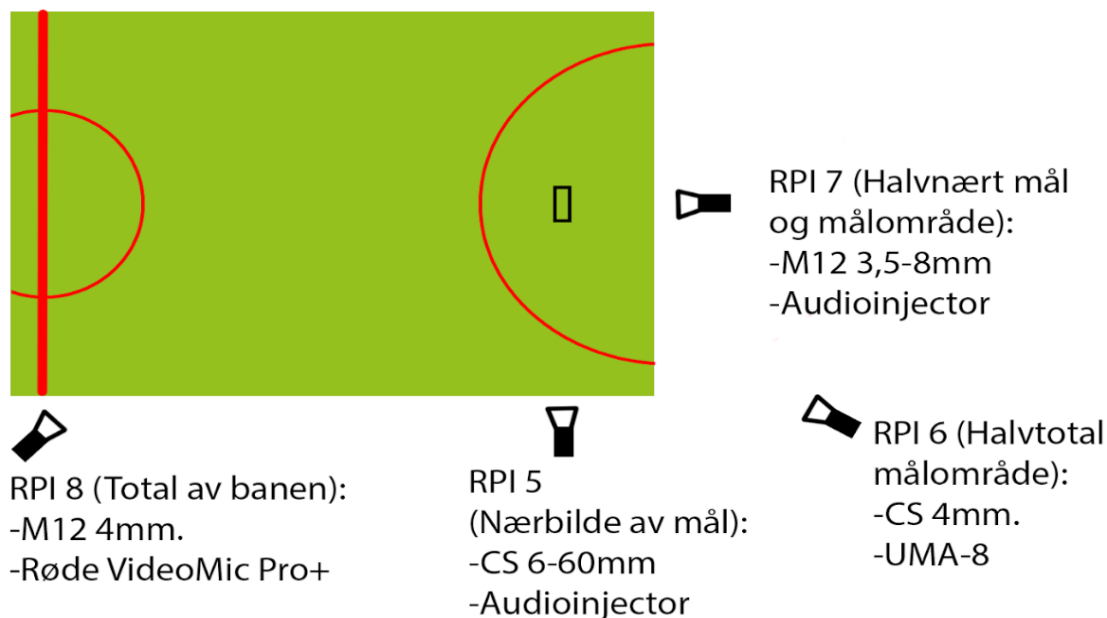
Som bildet under viser er kameramountene festet med skruer og lim, derfor var det på forhånd bestemt at vi skulle bruke to av hver type.



Figur 1.6: CS og M12 kameramounts

Av alle M12-linsene valgte vi 4mm og 3,5-8mm. Testen viste oss at M12 4mm var blant de beste linsene. Den var skarp, hadde god fargegjengivelse og var veldig enkel i bruk. I tillegg gir den det største utsnittet sammenliknet med de andre linsene. Det skal sies at dette var noe vi stusset over, ettersom at vi har linser med brennvidder helt ned i 2,8mm. Derfor ga det ingen mening at 4mm har en videre bildevinkel enn 2,8mm. En ting vi oppdaget var at de linsene med variabel brennvidde, zoomlinser, ikke klarer å fokusere når man zoomer ut. Det er ikke fysisk mulig å vri fokushjulet slik at bildet er i fokus. Derfor må man zoome inn for å finne fokus. Dette gjør at selv om en linse skal ha en brennvidde på 2,8 - 12mm blir den i realiteten nærmere 4-12mm.

Vi måtte ha to M12-linser og basert på bildekvaliteten fra testen valgte vi 4mm og 3,5-8mm. Naturligvis vil 4mm-linsen gi direktesendingen det tradisjonelle oversiktsbilde, mens 3,5-8mm fungerer som et actionkamera som fanger opp spenning bak og rundt mål.



Figur 1.7: En skisse over den banehalvdelen vi skal gjennomføre direktesendingen i del 2 på. Hver RPI har fått tildelt linse og mikrofon.

Når vi bestilte utstyret i starten av semesteret valgte vi å bestille like M12- og CS-linser. Dette var for å kunne sammenligne for eksempel CS 4mm med M12 4mm for å se om det er noen forskjell på resultatet. Ut i fra testen vår presterte ikke CS 4mm like godt som M12 4mm. Dette er også grunnen til at vi velger sistnevnte som oversiktsbilde. Vi skal derimot bruke CS 4mm som et oversiktsbilde over målområdet. Dette blir et slags halvtotalt bilde. Under testen la vi merke til at mye av spillet ender opp rundt hjørnene bak mål. Det var mye knuffing og dommeren var ofte nede i hjørnet og fulgte nøye med. Derfor tenker vi at det er viktig å gi et godt bilde av hva som skjer i dette området. Blant CS-linsene scorer 4mm høyest i vår test. Vi bestilte også en ganske ekstrem linse som vi håpet å få bruk for. Dette er en CS 6-60mm. Den er perfekt for å fange gode nærbilder, og vi ble enige om det passer veldig bra til å filme målvakt og målstreken. Med andre ord er ikke dette et bilde man kan sitte lenge å se på, men det gjør at man kan komme tett på situasjoner rundt mål. Dersom ballen triller på målstreken kan publikum som ser på videostreamen faktisk se om den er på innsiden eller utsiden av mål. Det er viktig å legge merke til at vi kun har utarbeidet en skisse for én banehalvdel. Dette

er fordi vi har fire RPI. Etter at vi har gjennomført direktesendingen i del 2 kan vi konkludere med at dersom vi hadde hatt åtte RPI kunne filmet hele banen.

For å gi en oppsummering av resultatene kan vi fort konkludere med at vi foretrekker fastlinser fremfor variabel brennvidde. En ting er at bildekvaliteten er bedre, men vi har enda ikke funnet en god måte å stille fokus på (for linser med variabel brennvidde). Slik vi har gjort det hittil har det tatt 5-10 minutter per linse. Dette er fordi vi bruker et program som er ca. 15-20 sekunder forsinket, så når vi har skrudd på fokushjulet må vi vente til resultatet dukker opp på skjermen. Når vi ser om bildet blir skarpere kan man fort glemme hvilken retning man skrudde. I tillegg er fokushjulet ekstremt sensitivt. Hvis man skrur en millimeter for langt blir bildet ute av fokus. Hvis man legger dette til det faktum at man ikke kan fokusere på de laveste brennviddene ser vi ikke lenger fordelene med variabel brennvidde. Det er en meget tidkrevende og frustrerende prosess, og da særlig hvis kameraet er plassert på et sted hvor det ikke er lett å komme til. Det optimale må være en boks med mange forskjellige fastlinser i M12-format, i likhet med et bitsett til en elektrisk drill. Da bevarer man kvalitet og fleksibilitet, samtidig som det blir lett å montere. Grunnen til at vi foretrekker M12 over CS er at M12 er mye lettere å håndtere. Selve linsen skrur man rett inn i mounten. For å feste CS-linsene må man bruke skrutrekker.

Mikrofoner

Gjennom denne prosessen har vi hatt seks mikrofoner å bistå med, to av dem fra prosjektet forrige semester. Til den tekniske testen skulle vi ta i bruk fire av dem og hadde opprinnelig planlagt å bruke Røde VideoMic Pro+, ReSpeaker 4-Mic Array, og UMA-8 USB Mic Array. I forkant av testen fant vi ut at ReSpeaker ikke kunne brukes til livestreaming på grunn av programvare, nemlig det at Raspivid og FFmpeg ikke støtter mer enn to lydtkilder og ReSpeaker prøvde å sende fire. Derfor måtte vi hente inn de to gamle mikrofonene vi brukte under fjorårets direktesending, Audio Injector Stereo Soundcard, slik at vi kunne ha en mikrofon til hver kamerakilde i streamen. Kvalitetsmessig ligger alle mikrofonene relativt likt, bortsett fra Røde VideoMic Pro+ som var på et helt eget nivå. Men dette var som forventet når det er en mikrofon som i større grad er egnet for profesjonelt utstyr.

UMA-8 USB Mic Array er en veldig enkel mikrofon å bruke. Den krever at man fester den, ellers blir den hengende i USB-ledningen som den kobles inn i RPI med. Mikrofonen har i utgangspunktet seks små mikrofoner fordelt rundt, men i RPI tok den kun opp to kanaler. Om det var en maskinvarefeil er usikkert, men på grunn av dårlig tid hadde vi verken penger eller tid til å kjøpe en ny for videre testing. Den har LED-lys som signaliserer når den fanger opp lyd, noe som kan være en ganske nyttig egenskap. Kvaliteten på lyden derimot er relativt dårlig. Den er meget skarp og skjærende. UMA-8 er veldig sensitiv og tar opp mye støy. Det positive er at den fanger opp mye lyd til å være så liten. Basert på lydtkvaliteten og mengden støy er det naturlig å avskrive dette som en mikrofon som er egnet i en idrettshall.

ReSpeaker er en lyd-hatt som monteres på RPI. Denne fikk vi som sagt ikke testet under den tekniske testen siden programvaren vi brukte ikke klarte å håndtere mer enn to lydtkanaler. På ReSpeaker er det i utgangspunktet fire kanaler, men RPI klarer bare å finne tre av dem. Det er uansett for mange til at vi kan bruke den til streaming. Selv om vi ikke kunne bruke den under den tekniske testen var vår løsning å teste mikrofonene i Audacity som er et lydopptaksprogram. Lydtkvaliteten var grei nok, men ikke i nærheten av Røde Videomic Pro+, men fortsatt bedre enn de andre.

Audio Injector Stereo Soundcard er også en lydhatt som monteres på RPI. Den har «linje inn» med tilhørende volumkontroll og «linje ut» hvor man også kan stille volum. Det unike med denne hatten er at den i tillegg har en innebygd mikrofon. Det er denne mikrofonen vi testet ettersom «linje inn og ut» krever en lydmiikser eller en form for lydkort som kan mate den tilkoblede mikrofonen med strøm. Lydhatten har vi testet i tidligere prosjekt og funnet ut at lydnivået er veldig lavt. Den egner seg derfor ikke til å ta opp samtaler eller liknende. For vår del fungerer de som backup-mikrofoner ettersom ReSpeaker ikke er kompatibel med softwaren vi bruker til å strøomme. Erfaringene våre fra denne testen sier oss at lydhatten fungerer greit i en idrettshall med mye støy. Selve kvaliteten er ganske dårlig, men kanskje litt mer behagelig å høre på enn UMA-8.

Røde er et selskap som i større grad produserer forbruker- og profesjonelle mikrofoner. VideoMic Pro+ er en mikrofon som i utgangspunktet er laget for systemkameraer med 3,5mm inngang. Vi bruker en adapter som gjør det mulig å koble den inn via USB. Den går på batteri, men kan også tilføres strøm under opptak. Dette gjør at den er meget fleksibel. Den er veldig lett å koble til RPI med en adapter og vi har ikke opplevd noe problem med kompatibiliteten. Lydkvaliteten er på et helt eget nivå i forhold til de andre mikrofonene vi har testet. Den dekker en større del av lydspekteret noe som gjør lyden behagelig å høre på. I tillegg er den retningssensitiv, og det gjør at den i større grad fanger opp lyd fra banen i motsetning til en 360-graders lydhatt som fanger opp like mye lyd i alle retninger.

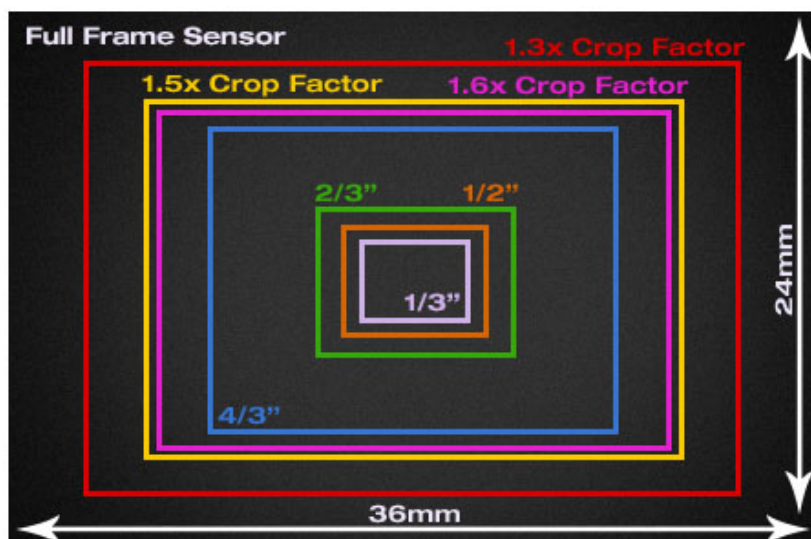
Diskusjon

Problemer med å lagre lyd og bilde lokalt

I utgangspunktet skulle vi gjennomføre en teknisk test lokalt på de ulike RPI slik at vi fikk ukomprimert opptak og minst mulige problemer som vi allerede hadde møtt på tidligere. Det ble derimot en del komplikasjoner med denne måten. Alle opptakene vi gjorde ble tatt opp vertikalt (vi fant ingen kode som kunne rotere bildet) og lyden var fortsatt usynkronisert eller så var det ingen lyd i det hele tatt. På grunn av dette diskuterte vi litt frem og tilbake om vi skulle ta opp lyd og bilde hver for seg ved å bruke Raspivid til å ta opp video og Audacity til å ta opp lyd, eller om vi skulle gjøre alt i ett ved å sende det gjennom YouTube.

Til slutt bestemte vi oss for å gjøre det enkelt ved å bruke Raspivid og FFmpeg (programvare) og sende det til YouTube hvor konsekvensene ble blant annet at lyd og bilde ikke var helt synkronisert, men som igjen er et problem vi har hatt hele tiden. Et av de største problemene med denne løsningen er at det kunne påvirke resultatene for lensene og mikrofonene. Det vil si at Youtube sin komprimering kan forverre bilde- og lydkvaliteten. Vi tenkte at en av fordelene med denne løsningen var at vi fikk se det brukerne ville sett i en offentlig sending.

Bildebrikke – Et gjennombrudd, for sent



Figur 1.8: Gumerov, (2012) Tilgjengelig fra:

<http://www.myphotocentral.com/articles/deciding-on-full-frame-sensor-vs-crop-sensor/> (Hentet: 05.05.18)

Etter den tekniske testen har vi gjort en del research, og ved en tilfeldighet lærte vi at RPI 3B+ sin standard bildebrikke er en IMX219PQ type 1/4 (Sony, 2014). Vi fant et bilde (figur 1.8) som viser forholdet mellom bildebrikker. På bildet er den minste sensoren 1/3 og den største er naturligvis fullformat.

Vi regnet ut diagonalen til fullformat-sensoren og sjekket det opp mot den som sitter i RPI. Fullformat har en diagonal på 43,3mm ($\sqrt{36^2+24^2}$). I følge Sony (2014) har IMX219PQ en diagonal på 4,6mm. Dette er nesten en tiendedel av fullformat. Det betyr i praksis at man kan gange en RPI-linse med 10 (altså brennvidden) for å finne ut hvordan linse dette tilsvarer på et fullformat-system. Et eksempel er at en 4mm linse tilsvarer en 40mm (omtrentlig). Dette regnes som et normalobjektiv. Når vi skulle bestille linser tidligere i dette semesteret visste vi ikke dette. Vi regnet med at 4mm måtte være super-vidvinkel. Det viste seg å ikke stemme, og nå vet vi hvorfor. Det hadde vært meget nyttig å begrunne kjøp av linser med kunnskap i stedet for synsing.

Programmering – Et kunnskapshull vi ikke klarer å fylle

Noe av det første vi startet med under denne prosessen var å finne ut hvordan vi skulle ta opp både lyd og bilde samtidig. Ganske fort endte vi opp med å undersøke Raspivid som er et verktøy kontrollert gjennom en dataterminal laget for å ta opp video eller bilder med kameramodulen som brukes på en RPI. Vi oppdaget med en gang at Raspivid ikke støtter lydopptak og derfor måtte vi undersøke mer for å finne andre løsninger.

Vi endte opp med å bruke en kombinasjon av Raspivid og FFmpeg som hadde blitt foreslått på ulike forum og nettsider (MAKER.IO, 2017). Det ga oss muligheten til å kombinere lyd og bilde sammen til en datakilde. FFmpeg er et open-source prosjekt som produserer biblioteker og programmer til håndtering av multimedia data (FFmpeg, Ukjent Årstall). Med andre ord hadde vi da en løsning for å kombinere lyd og bilde. Det vi ikke visste da var at denne kombinasjonen hadde store problemer, mest av alt synkronisering av lyd og bilde. Vi kjørte mange tester i forskjellige scenarioer og resultatene varierte så mye at vi aldri var helt sikre på hvordan og hvorfor det gikk bra eller dårlig.

Etter nærmere forskning og analyse kom vi frem til at dette er et verktøy som ikke er egnet til det vi prøvde på, som er mye av grunnen til at vi endte opp med både kronglete og irriterende vanskelige løsninger for å få frem et resultat som i våre øyne aldri ble godt nok.

Som to mediestudenter som har tilnærmet null kunnskap innen programmering hadde vi en tøff reise foran oss. Nedenfor kan du se et eksempel på en type kode vi brukte for å sende lyd og bilde direkte til YouTube, dette er en kombinasjon av Raspivid og FFmpeg. Fra vårt perspektiv har mye av det null betydning, men etter mye leting og forskning kom vi frem til hva mye av det betydde og fjernet en del unødvendige parametere. Men resultatet under strømming ble fortsatt ikke noe bedre av den grunn.

```
raspivid -o - -t 0 -vf -hf -fps 30 -b 6000000 | avconv -re -ar 44100 -ac 2 -acodec pcm_s16le -f s16le -ac 2 -i /dev/zero -f h264 -i - -vcodec copy -acodec aac -ab 128k -g 50 -strict experimental -flv rtmp://a.rtmp.youtube.com/live2/qkx2-kf8w-90ks-lfo12
```

Vi, som mange andre på diverse forum og nettsider, konkluderer med at Raspivid ikke er egnet til livestreaming med *både* lyd og bilde. Desto dypere inn i problemene vi går for å finne løsninger, dukker det bare opp et annet problem. Teknologien krever endringer som vi ikke har nok kunnskap til å gjennomføre. Det er mulig det finnes andre, bedre løsninger der ute, men akkurat nå er ikke Raspivid en av dem. Uansett må vi gjennomføre del 2 ved bruk av denne programvaren, da vi ikke har funnet en erstatning. Dette er naturligvis en svakhet ved forskningen vår, men det er vi klar over.

Konklusjon

Gjennom denne tekniske testen har vi dannet oss et grundig bilde av utstyret vi har kjøpt, hvordan det fungerer og hvordan vi kan utnytte egenskapene. Vi har funnet en del feil og mangler ved både programvare og vår egen kunnskap. Uansett har denne testen gjort oss rustet til å gjennomføre en skarp direktesending. Vi er klare til å ta på oss brillene å se hvordan de fungerer i virkeligheten.

Del 2 – Skarp direktesending

Innledning

Del 2 av prosjektet består av en skarp direktesending basert på erfaringer fra den tekniske testen. Dette gir oss mulighet til å teste resultatene i «den virkelige verden». Selv om del 1 ga oss en pekepinn på hvordan vi kan optimalisere RPI som et «direktesendingsverktøy» vet vi enda ikke hvordan den presterer i det miljøet den skal operere. Vi har vært hos optikeren og funnet riktig brilleglass og innfatning. Nå skal vi ta på oss brillene og finne ut av hvor godt vi ser og hvor behagelige de er å ha på.

På hvilken måte egner RPI, med alt utstyret, seg som et verktøy for gjennomføring av en direktesending i en idrettshall?

Teori

Direktesending, livestreaming eller videostrømming, kjært barn har mange navn.

Videostrømming er en teknologi som sender data, eller innhold, fra A til B. (Costello, 2018)

For eksempel i en daglig situasjon ville A vært Netflix og B mobiltelefonen til en person som sitter på bussen og ser på favorittserien sin på vei hjem fra jobb. Det er viktig å påpeke at det finnes to typer videostrømming og at det som er beskrevet ovenfor er en annen form for videostrømming enn det vi tar for oss i dette prosjektet. Forskjellen er at når du ser på Netflix *laster du ned* noe som allerede er tilgjengelig over internett i en helhetlig form, mens det vi tar for oss gjennom YouTube blir gjort direkte og at all data *lastes opp* og sendes der og da. Den som ser på (mottaker/publikum) gjør derimot det motsatte.

Event

Et event er en begivenhet eller arrangement, og i vårt tilfelle en innebandytrening. Matthews (2016) beskriver et «special event» som en begivenhet som skjer sjeldent, men denne gangen gjelder dette en innebandytrening som skjer hver uke. Derfor kan det ikke klassifiseres som et «special event». Kunnskapskonkurransen vi strømmet i forrige semester var derimot det. Etter avtale med kommunen og innebandyklubben i Campus Arena Gjøvik sikret vi oss muligheten

for å gjennomføre en direkteending i det perfekte scenarioet, en innebandy trening hvor deltakerne løper febrilsk frem og tilbake jagende etter den lille hvite ballen.

Bilde- og lyd kvalitet

Hva er egentlig god bildekvalitet? Det fins grenser for hva man kan forvente av kvalitet fra et lite kamera som vi bruker på RPI. Derfor sammenligner vi ikke resultatene fra direkteendingene vi gjorde med for eksempel direkteendt TV som ligger på et helt annet nivå kvalitetsmessig. Det er heller aktuelt å sammenligne med direkteendinger på nettet som ikke er gjort med profesjonelt TV utstyr. Her er et eksempel hentet fra YouTube:



Figur 2.1: Skjerm bilde av direkteendingen fra YouTube-kanalen *ADAC Zurich 24h-Rennen*.

Dette bildet er hentet fra en direkteending av *ADAC Zurich 24h-Rennen* som er et billøp ved Nürburgring i Tyskland, og viser bilene når de kommer inn for et pit-stop (ADACZurich24hRennen, 2018). Sendingen har god bildekvalitet. Fargene er gode og seerne kan se hva som skjer uten problemer. Lydkvaliteten kan også beskrives som god når man hører kommentatoren i bakgrunnen, og de kraftige motorene fra bilene som suser forbi like ved. Lyden skaper en så god atmosfære at man skulle trodd man var der. Derfor er dette noe vi kan strekke oss etter og forhåpentligvis oppnå med vår egen direkteending.

Metode

Vi skal analysere resultatet fra direktesendingen og derfor er kvantitativ innholdsanalyse et naturlig metodevalg. Man kan også diskutere hvorvidt en tekstanalyse hadde vært like aktuell, men vi ønsker ikke å analysere et budskap med direktesendingen. Vi skal derimot kunne peke direkte på visuelle resultater og diskutere hva dette betyr. «Med (kvantitativ) innholdsanalyse mener vi her dataregistrering og analyseteknikker som søker mot en systematisk, objektiv og kvantitativ beskrivelse av innholdet i et budskap» (Østbye, et al, 2013, s. 208).

Dette betyr ikke nødvendigvis at analysen ikke kan inneholde kvalitative elementer, ettersom variabler og kategorier kan omhandle kvalitative egenskaper ved tekstene (Østbye, et al, 2013). Formålet med denne metoden er å teste hvorvidt vi klarer å gjennomføre målene vi har satt oss, men også kunne peke på interessante temaer til videre forskning. Hvis vi sammenlikner en RPI med en løk skal vi kun beskrive det ytterste laget, se på sammenhengen mellom alle løkene og forhåpentligvis kunne forklare forskjeller og ulikheter. Naturligvis er RPI våre enheter og utvalget er basert på resultatene fra den tekniske teksten. Vi har altså fire forskjellige RPI med ulikt utstyr som representerer hver sin enhet. For at variablene skal gi oss mulighet til å besvare problemstillingen har vi delt det opp slik:

- Stabilitet:
Hvordan taklet RPI å sende lyd og bilde? Hvordan ble kvaliteten på det RPI sendte til Youtube?
- Bildekvalitet;
Hvordan ser bildet ut? Hvor bra gjengir den farger og hvitbalanse?
- Lydkvalitet:
Hvordan høres det ut? Hører man menneskene som roper og løper?
- Montering/oppsett:
Hvordan var RPI og utstyret å sette opp og gjøre klart?

Dette er gir oss i realiteten data i form av ord (tolkning av bilder og lyd). Derfor har vi gitt hver variabel for en enhet et tall fra 1 til 5. Dette tilsvarer en «poengsum» og hvert tall har naturligvis en betydning.

1 = Dårlig

2 = Ikke godt nok

3 = Tilstrekkelig

4 = Bedre

5 = Bra

Dersom noe er «tilstrekkelig» er kvaliteten god nok til å fungere som et verktøy for å gjennomføre en direktesending.

Resultat

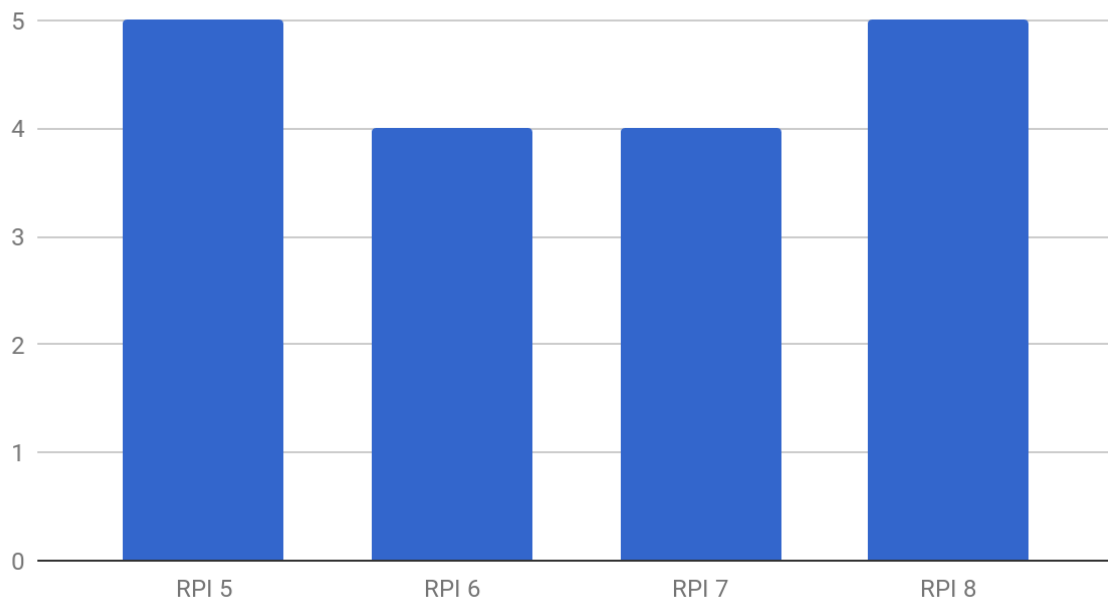


Figur 2.2: Skjermbilder av kamerautsnittene vi brukte under direkte sendingen.

Ovenfor ser man de fire utsnittene vi fikk. Ved første øyekast er det åpenbart at 180-gradersregelen er brutt. Som Stokkedal og Tørdal (2017) skriver er det viktig at en bevegelsesretning holdes lik mellom bildene. Hvis ballen triller fra den ene siden av banen til den andre vil den trille i forskjellige retninger i direkte sendingen vår. Mer om dette senere.

Vi har sett igjennom og hørt på direkte sendingen kamera for kamera, flere ganger. Basert på dette har vi laget et skjema og deretter noen grafer som enkelt viser hvordan hver enkelt kombinasjon av RPI, linse og mikrofon har fungert.

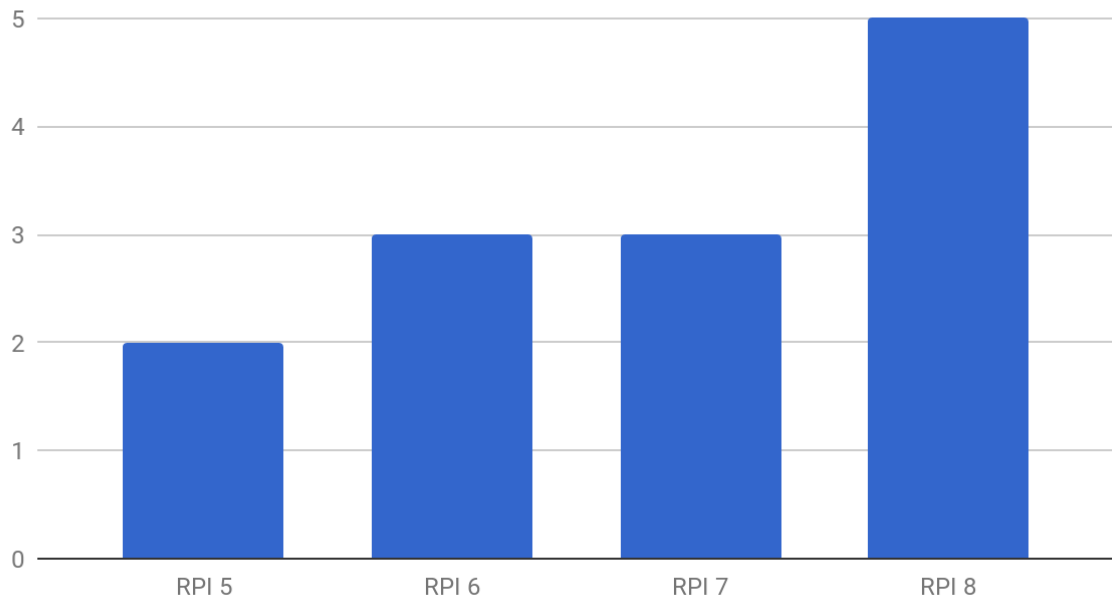
Stabilitet



Figur 2.3: Graf over stabiliteten for RPI.

Den første variabelen var stabilitet. Dette omhandler hvordan programvare og maskinvare i RPI presterte; hvordan fungerte selve direktesendingen? Som vi ser fra grafen ovenfor var resultatet meget bra. Direktesendingen fra RPI 6 og RPI 7 var tidvis hakkete, men dette hadde liten betydning. Det er uansett noe man kan forvente når man sender store mengder data over internett. Selv om RPI 5 og 8 fikk full poengsum her betyr ikke det at de var problemfrie. Helt i slutten av sendingen begynte de å hakke og hoppet plutselig over mange frames. Det var tydelig at det var mye data som manglet. De siste minuttene ble strømmet i mye høyere hastighet enn normalt. Dette er et resultat av en svakhet i koden vi har brukt. RPI prøver rett og slett å hente seg inn etter å ha tapt data. Dersom man skriver inn en enkel kommando vil streamen hoppe rett til sanntid i stedet for å «spole» gjennom slik den gjorde denne gangen. Dette fant vi ut i ettertid. Vi har valgt å se bort ifra dette når vi analyserte resultatet, ettersom dette muligens er en menneskelig feil.

Bildekvalitet



Figur 2.4: Graf over best bildekvalitet for RPI.

Bildekvaliteten mellom RPI 5 og 8 var den største forskjellen her. Vi ble enige om at RPI 5 ga oss et så dårlig resultat at det ikke var egnet å se på gjennom direktesendingen. Åpenbart ser man hva som foregår på banen, men et sted må vi sette grensen.

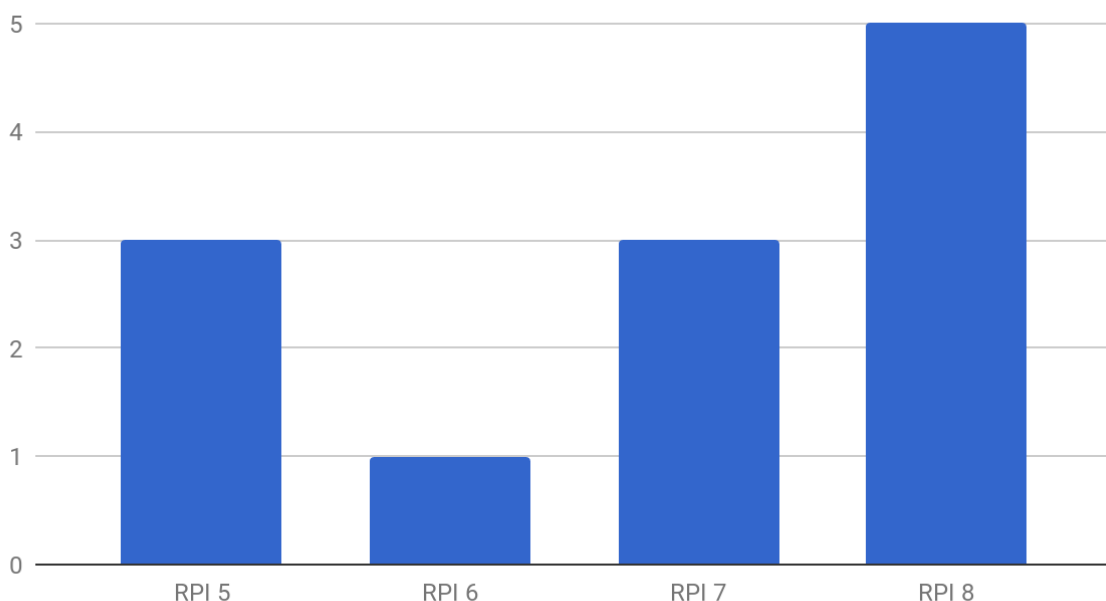


Figur 2.5: Til venstre ser man RPI 5 og til høyre RPI 8.

Det er særlig når man ser forskjellen mellom de to at man innser hvor bra kvalitet det *kunne* ha vært. Før man slakter linsen som satt på RPI 5 må man spørre seg «hvorfør ble det slik?» Vi har kommet fram til at det er en kombinasjon av en linse som krever masse tid og tålmodighet og en innebandytrening som ikke utfoldet seg slik vi hadde blitt forespeilet. Linsen egner seg i utgangspunktet bra til sitt bruk, men ikke som en del av en enkel og

effektiv løsning som vi jobber med her. På RPI 8 satt den minste og billigste linsen av alle, og den ga full poengsum på bildekvalitet. Med dette mener vi at det er det beste resultatet vi har fått, og at dersom vi hadde vært seere ville vi at det skulle sett slik ut. RPI 8 ga oss god fargegjengivelse og hvitbalanse, den var skarp og så ut til å takle mye bevegelse på en god måte.

Lydkvalitet

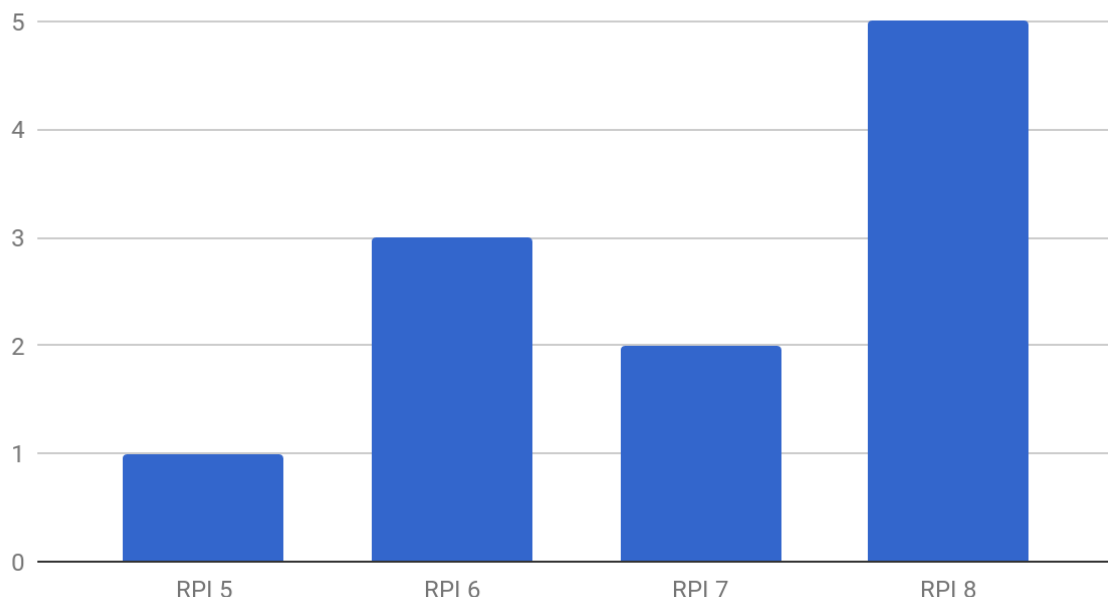


Figur 2.6: Graf over lydkvaliteten fra direktesendingen.

Nok en gang havnet en RPI under «kvalitetsgrensen» vår. Denne gangen var det RPI 6 som var utstyrt med mikrofonen UMA-8. Kort fortalt var lyden rett og slett forferdelig å høre på. RPI 5 og 7 var utstyrt med Audioinjector lydhatt. Den fungerte greit, selv om kvaliteten ikke er slående bra her heller. Vi var ute etter at man kunne høre at noen ropte eller trampet i gulvet uten at det gjorde vondt i ørene. Med andre ord; ikke så mye å forlange av en mikrofon. RPI 8 brukte Røde VidoeMic Pro+ og fikk nok en gang full pott. Det skal sies at lyden kanskje var litt lav, men denne mikrofonen var plassert 15-20 meter unna banen hvor spillet pågikk. Kvaliteten var uansett meget god. Egentlig burde ikke Audioinjector lydhaten på RPI 5 fått en poengsum på 3 basert på lydkvaliteten. De første minuttene manglet det lyd og når vi fikk rettet det opp gjorde vi en feil i programvaren som forårsaket at lydnivået ble

for høyt. Derfor ble ikke lyden god, men basert på at den samme mikrofonen satt på RPI 7 kunne vi høre at dersom lyden hadde vært lavere ville kvaliteten tilsvar en poengsum på 3.

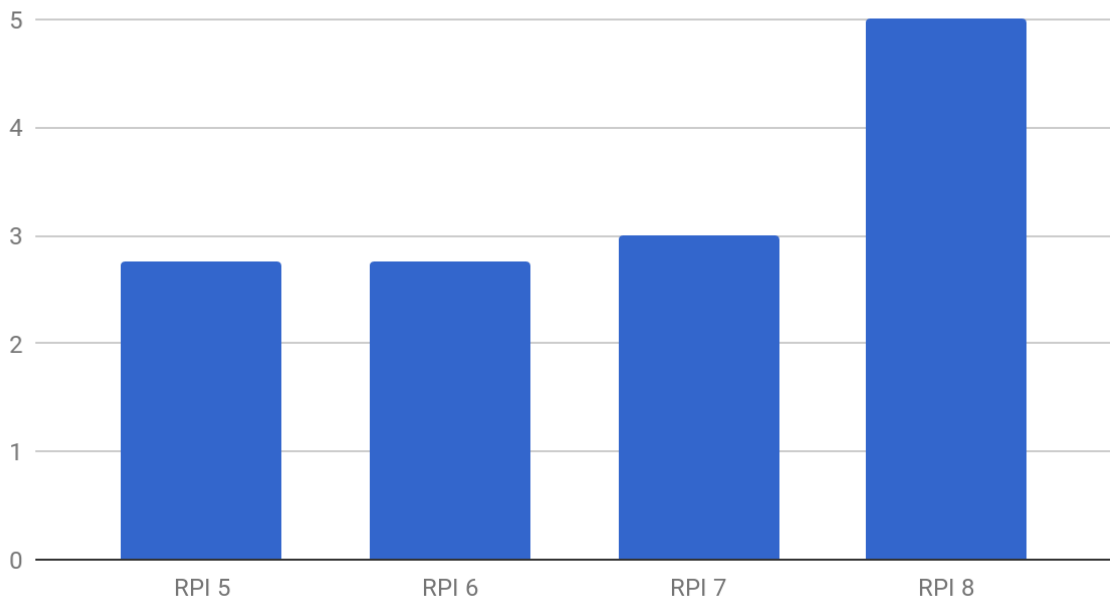
Montering/oppsett



Figur 2.7: Graf som viser hvordan de forskjellige enhetene var å montere. Dersom det var komplisert og tidkrevende resulterte det i dårlig poengsum.

På dette punktet kan man kanskje legge merke til et mønster ettersom RPI 8 nok en gang får full uttelling. Alle RPI'ene benyttet samme festemekanisme; en leddet arm med en superclamp som gjorde at den kunne festes mange forskjellige steder. Med andre ord har ikke dette hatt noe betydning for utslag i poengsum. Det er linser og mikrofoner som har spilt den største rollen her. RPI 5 og 7 hadde linser med variabel brennvidde. Variabel brennvidde betyr at man må stille fokus (på noen av linsene må man også stille på blenderåpningen). Som nevnt tidligere er CS-linser litt mer komplisert enn M12. Derfor får RPI 5 den dårligste karakteren. Den brukte CS 6-60mm. Det er også derfor RPI 6 ikke scoret høyere, men den fikk også trekk for mikrofonen UMA-8 som ikke er festet til RPI på noen annen måte enn en USB. Vi kunne ha laget en slags plattform den kunne festes til, men det betyr at man må ha med seg en ekstra komponent. Når man setter opp RPI 8 trenger man å skru mikrofonen fast, koble til ledningen og skru inn linsen til den er i fokus. Dette er gjort på under ett minutt.

Total kvalitet



Figur 2.8: Graf som viser det gjennomsnittlige resultatet for hver enhet.

Her har vi latt tallene tale for seg selv og regnet ut gjennomsnitt av poengsummen for hver variabel per enhet. Det er altså ikke en direkte vurdering fra vår side, men et resultat basert på vår vurdering. Vi kan se at 2 av 4 havnet under «kvalitetsgrensen» vår. RPI 7 var «tilstrekkelig», mens RPI 8 var gjennomgående bra. Det kan diskuteres hvor grensen for hva som er tilstrekkelig går. Dette har vært vår vurdering basert på de variablene vi mente var viktige.

RPI 5 ble i hovedsak trukket på bildekvalitet og montering. RPI 6 tapte på lydqualität, og scoret aldri høyt på noen av de andre variablene. Det eneste disse hadde til felles var hvordan type linse som satt på. Det var ikke samme linse, men begge var CS. Hovedgrunnen til at RPI 8 kommer ut som en soleklar vinner er at oppsettet er meget enkelt, og samtidig gir det et godt bilde og en behagelig lyd.

Diskusjon

Metodekritikk

Noe vi anser som en svakhet ved metodevalget er at et prosjekt av denne typen ikke tillater at resultatene analyseres helt objektivt, noe som er en forutsetning for kvantitativ innholdsanalyse. Et eksempel er at vi har vurdert kvalitet basert på egne preferanser og erfaringer. Dette betyr at konklusjonen på ingen måte blir objektiv og gjenspeiler ikke noen andres meninger utenom oss som har gjort oppgaven. Dette kan svekke prosjektets reliabilitet. På en annen side har det aldri vært et mål å fremstille en konklusjon som tilfredsstillende alle akademiske krav, men derimot en kommentar på resultatene basert på vår bakgrunn som mediestudenter.

Internett og bitrate

Når noe lastes opp fra en datamaskin til Youtube er man avhengig av en stabil internett-tilkobling med en hastighet i samsvar med mengden data som sendes. Derfor hadde det vært naturlig å gjennomføre en test av internettet i idrettshallen for å kunne gi en kommentar til det. Dette ble ikke gjort. Derfor kan vi ikke med sikkerhet vite at det var god nok båndbredde til å sende fire videostrømmer. Konsekvensen er at vi ikke vet i hvor stor grad dette har påvirket resultatet. Dersom Youtube ikke mottar tilstrekkelig med data vil man få et varsel om dette, noe vi ikke gjorde. Vi kan derfor anta at hastigheten på nettet var høy nok.

Som vi beskrev i del 1 vet vi ikke enda ikke hva som skjer med bitraten under opplastingen. Vi tror ikke det finnes noen mulighet til å få svar på dette, men dersom alle RPI hadde hatt samme bildekvalitet som RPI 8 hadde det ikke hatt noe stor betydning ettersom kvaliteten er god. Dette er noe man eventuelt kan undersøke dypere i fremtiden. Kanskje vi har blitt for opphengt i dette uten at det egentlig har hatt noen betydning.

Kommunikasjonssvikt

En ting vi vet hadde konsekvenser for resultatet var den lille tiden vi fikk til å sette opp samtlige RPI, koble til alt av kabler og starte sendingen. Dette var fordi vi hadde forberedt oss på at innebandylaget skulle holde til på samme banehalvdel som under den tekniske testen. Det var dette vi hadde blitt forespeilet også. Etter 15-20 minutter med oppvarming spurte vi treneren om de skulle flytte seg over til der vi hadde satt opp utstyret. De hadde visstnok endret planene og vi måtte kjempe mot tiden for å demontere, flytte og sette opp alt på nytt. Når vi omsider fikk gjort alt klart for sending endret de spilleretning. Dette gjorde at for eksempel RPI 5 som skulle filme et nærbilde av målet fra siden endte med å filme hjørnet av målet og ryggen til målvakten. Samtidig brøt alle bildene bevegelsesretningen i forhold til RPI 8. Dette betyr at når ballen triller mot venstre i bildet fra RPI 8, triller den mot høyre i alle de andre. Med andre ord ble ingen av utsnittene slik vi hadde planlagt. Derfor har vi ikke tatt med innholdet i sendingen, men fokusert på kvaliteten, i denne rapporten.

Spørsmålet er, hvor mye påvirket dette kvaliteten på det som ble sendt fra hallen? RPI 5 var utstyrt med den mest kompliserte linsen, og naturligvis ble den mest påvirket av denne hendelsen. Vi hadde ikke tid til å være nøyaktige med fokus og blender. Derfor er det egentlig ikke riktig å avskrive dette som en god linse. Dersom vi skal trekke noe positivt ut av denne erfaringen må det være at vi virkelig fikk testet hvor lett det var å montere de forskjellige komponentene under stress. Vi kan derfor si at blant annet linsen som satt på RPI 5 ikke egner seg som en del av et mobilt, fleksibelt og lett vint system. Vi rakk knapt nok å stille fokus. Dersom dette systemet skulle fastmonteres i hallen hadde man selvfølgelig kunne forventet noe helt annet.

Student møter verden

Denne hendelsen er et godt eksempel på hvordan det er å være en student som jobber med tredjepartsaktører. Det er ikke alltid en students interesser blir ivaretatt slik de blir innenfor universitets vegger, men dette er kanskje ikke noe man kan forvente heller. Dette prosjektet skulle i utgangspunktet ikke endt opp i Campus Arena. I februar skulle vi ha gjennomført en direktesending fra en tennisturnering i en tennishall. Uten å gå inn på detaljer ble dette plutselig uaktuelt. Vi startet jakten på et nytt arrangement. Vi fant ut at i begynnelsen av mars

skulle det spilles en håndballturnering i Campus Arena. Vi kom i kontakt med kommunen (som eier og driver hallen) og håndballklubben. Selv om dette kom veldig brått på gjorde vi et forsøk. På denne tiden ble veilederen vår dessverre syk. Vi ble stående på egne bein. Vi reiste til hallen og gjennomførte en direktesending, men returnerte uten å ha funnet ut av noe. Vi hadde ikke testet eller prøvd noe nytt. Det var ikke før etter påske at vi fikk kontakt med innebandyklubben i Gjøvik og fikk til en avtale med dem. Denne gangen skulle vi prøve en ny strategi; en todelt oppgave bestående av en teknisk test og en skarp direktesending. Vi kan ikke unngå å stille spørsmålet «har prosjektet tatt skade av alt dette?»

Hva hvis?

På en måte kan man spekulere i om vi hadde kommet mye lenger dersom vi hadde gjennomført direktesending i februar. Kanskje hadde vi hatt tid til å jobbe videre med PTZ-linser og moduler (Pan, tilt og zoom). Da kan man fjernstyre hvor kameraet skal peke og zoome inn og ut. Vi bestilte utstyr og definerte det som et forskningsspørsmål i prosjektskissen, men det ble litt i overkant komplisert (særlig når ting ikke gikk på skinner). På en annen side har vi lært veldig mye av å møte motgang. Noe av det viktigste var da vi på veiledning kom frem til at en tennis- eller håndballturnering ikke er en arena for testing av prototyper. Vi ble enige om at det hadde holdt med en enkel treningsøkt. Det er mye lettere å planlegge og man slipper at folk i alle aldre (publikum) beveger seg rundt plassen din.

Dette førte til at vi valgte å dele opp prosjektet og dermed hadde vi plutselig beveget oss i en ny retning. Vi trengte ikke lenger å gjøre alt på en gang samtidig som vi forholdt oss til alle menneskene en turnering fører med seg. Nå fikk vi virkelig mulighet til å teste det medierelaterte utstyret. Så, ja vi hadde mest sannsynlig kommet lenger og funnet ut av flere ting hvis vi hadde fått mulighet til å gjennomføre direktesending i februar. Det hadde derimot blitt en helt annen oppgave enn det vi har gjennomført nå. Nå har vi brukt vår kunnskap som mediestudenter til å kommentere og selektere slik at dette flerkamerasystemet kan videreutvikles på andre områder, av personer med annen kunnskap enn oss.


Konklusjon

Del 2 av denne oppgaven gikk ikke like bra som del 1. Dårlig kommunikasjon forårsaket mye problemer og et resultat som har tatt skade av det. I ettertid har vi diskutert hvorvidt dette svekker vår mulighet til å gjøre en analyse. Hvordan skal man kunne sammenlikne noe hvis de ikke kan prestere på lik linje? Vi har derimot kommet frem til at det i bunn og grunn hjalp oss å se svakhetene ved de forskjellige komponentene. Hvis alle bildene hadde sett like ut hadde det ikke vært like lett å peke på styrker og svakheter. Spørsmålet er om vi kan besvare problemstillingen basert på resultatene våre?

Vi har bevist at RPI 8 med den billigste og enkleste linsen ga oss den beste bildekvaliteten. Når det gjelder lyden virker det som om det er her man må legge inn pengene. De billige mikrofonene gjør det lite aktuelt å se på en sending over lengre tid. Slik vi ser det kan man investere i et bredt spekter av M12 fastlinser og noen gode mikrofoner (for eksempel Røde VideoMic Pro+). Da har man et verktøy som egner seg godt for direktesending i en idrettshall. Vi har testet brillene vi fikk av optikeren og var ikke helt fornøyde, men vi har funnet ut av hva som skal til for at vi kan se bedre.

Gjennom denne bacheloroppgaven har vi gjort en grundig test av det mediefaglige rundt direktesending med RPI som verktøy. Vi har beskrevet det vi mener er en optimal løsning med tanke på kvalitet, fleksibilitet og brukervennlighet. I fremtiden kan det være interessant å videreutvikle programvare og komponenter som gjør at man får enda mer fleksibilitet. I tillegg bør man jobbe videre med å optimalisere kommandolinjer og sørge for at RPI arbeider på den mest stabile måten. Etterhvert som innmaten faller på plass bør man også jobbe med en form for innpakning som beskytter RPI og kamera, og i tillegg tilrettelegger for tilkobling av mikrofon. Med RPI som et verktøy kan man teste ut mange forskjellige muligheter og koble til masse utstyr. Selv om vi i dette prosjektet har konkludert med at RPI potensielt kan være et bra verktøy for direktesending betyr ikke det at man kan utelukke liknende løsninger da disse kanskje har andre egenskaper og styrker overgår RPI.

Referanseliste

- ADACZurich24hRennen (2018) Pit Lane Live Stream  | ADAC Zurich 24h-Race 2018 at the Nürburgring | Race Day. Tilgjengelig fra: <https://www.youtube.com/watch?v=yPiEE7wGzxc> (Hentet: 10.05.18)
- Aveyard, H. (2014) *Doing a Literature Review in Health and Social Care: A Practical Guide*. Maidenhead: McGraw-Hill Education.
- Cassidy, K. (2007) *Record Sporting Events*. Tilgjengelig fra: <https://www.videomaker.com/article/c10/12978-record-sporting-events> (Hentet: 30.04.18).
- Christensson, P. (2006) *Bitrate Definition*. Tilgjengelig fra: <https://techterms.com/definition/bitrate> (Hentet: 02.05.18)
- Costello, S. (2018) Internet Streaming: What It Is and How It Works. Tilgjengelig fra: <https://www.lifewire.com/internet-streaming-how-it-works-1999513> (Hentet: 11.05.18)
- Dam, R. og Siang, T. (2017) *Stage 4 in the Design Thinking Process: Prototype*. Tilgjengelig fra: <https://www.interaction-design.org/literature/article/stage-4-in-the-design-thinking-process-prototype> (Hentet: 30.04.18).
- FFmpeg. (Ukjent Årstall) *About FFMpeg*. Tilgjengelig fra: <https://www.ffmpeg.org/about.html>
- Fjørtoft, M. (2012) *Digital fotografi i praksis*. 5. Utg. Tingvoll: Abrakadabra forlag.
- Gumerov, A. (2012) *Deciding on Full Frame Sensor vs Crop Sensor*. Tilgjengelig fra: <http://www.myphotocentral.com/articles/deciding-on-full-frame-sensor-vs-crop-sensor/> (Hentet: 05.05.18)
- Hagen, A. N. (2018) strømmetjenester. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/strømmetjenester> (Hentet: 09.05.18)
- Halvorsen, K. (2016) *Å forske på samfunnet*. 5. Utg. Oslo: J.W. Cappelens Forlag.
- Hofstad, K. (2018) *prototyp*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/prototyp> (Hentet: 30.04.18).
- IBM. (Ukjent årstall) *Internet connection and recommended encoding settings*. Tilgjengelig fra: <https://support.video.ibm.com/hc/en-us/articles/207852117-Internet-connection-and-recommended-encoding-settings> (Hentet: 03.05.18).
- Leirpoll, J. (2015) *Video i Praksis*. 5. Utg. Elverum: Jarle Leirpoll forlag.

- MAKER.IO. (2017) *Streaming Live to YouTube and Facebook using Raspberry Pi Camera*. Tilgjengelig fra: <https://www.digikey.com/en/maker/blogs/streaming-live-to-youtube-and-facebook-using-raspberry-pi-camera>
- Matthews, D. (2016) *Special Event Production: The Process*. 2. utg. New York: Routledge.
- Rouchon, C. et al. (2017) *Benchmarking Microphone Arrays: ReSpeaker, Conexant, MicroSemi AcuEdge, Matrix Creator, MiniDSP, PlayStation Eye*. Tilgjengelig fra: <https://medium.com/snips-ai/benchmarking-microphone-arrays-respeaker-conexant-microsemi-acuedge-matrix-creator-minidsp-950de8876fda> (Hentet: 05.05.18)
- Sony. (2018) *IMX219PQ*. Tilgjengelig fra: http://www.sony-semicon.co.jp/products_en/new_pro/april_2014/imx219_e.html (Hentet: 05.05.18)
- Stokkedal, S. og Tørdal, R, M. (2017) Akser og aksebrudd. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/node/114936?fag=52222> (Hentet: 10.05.18)
- Twitch. (Ukjent årstall) *Twitch Streamers - Twitch Video Encoding/Bitrates/And Stuff*. Tilgjengelig fra: <https://stream.twitch.tv/encoding/> (Hentet: 02.05.18)
- Veracity. (2016) *Power over Ethernet (POE) Explained*. Tilgjengelig fra: <http://www.veracityglobal.com/resources/articles-and-white-papers/poe-explained-part-1.aspx> (Hentet: 02.05.18).
- Ward, C. (2015) *14 Tips for Shooting Live Stage Events*. Tilgjengelig fra: <https://www.premiumbeat.com/blog/14-tips-for-shooting-live-stage-events/> (Hentet: 30.04.18).
- Østbye, H. et al. (2013) *Metodebok for mediefag*. 4. Utg. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.

Vedlegg

Vedlegg 1 – Prosjektskisse

Vedlegg 2 – Prosjektavtale/Kontrakt

Vedlegg 3 – Analyse av linser

Vedlegg 4 – Klargjøre RPI for livestreaming

Vedlegg 5 – Nyttige lenker

Vedlegg 1 - Prosjektskisse

Prosjektskisse:

Bachelorprosjekt våren 2018: Flerkamerastreaming over IP

Henrik Ruud og Petter Gustafson (31.01.18)

Bakgrunn

Høsten 2017 gjennomførte vi (Petter og Henrik) et fordypningsprosjekt hvor vi utviklet en prototype for enkel, billig og effektiv flerkamerastreaming over IP. Selv om streamingen var vellykket møtte vi en del tekniske utfordringer. Dette arbeidet legger vi til grunn for denne vårens bachelorprosjekt.

Problembeskrivelse

Det mest fremtredende problemet med fjorårets løsning var overgangen fra profesjonell, analog lyd til vårt enkle IP-baserte system. Resultatet ble en meget komplisert prosess og unødvendig mye infrastruktur som igjen ville resultert i økt kostnad. Et annet punkt er de begrensede bildeutsnittene vi klarte å produsere. For et slikt system står fleksibilitet sentralt, både for lyd og bilde.

Målbeskrivelse

Gjennom å finne nye og bedre løsninger vil resultatmålet være et mer fleksibelt og samhandlende system som eliminerer behovet for bemanning. Vi må se på lyd og bilde som separate elementer og finne teknologi som kan hjelpe oss å løse målet. På lengre sikt vil dette resultere i et system som kan tilpasses en rekke forskjellige lokasjoner.

Forskningsspørsmål

For å kunne forbedre prototypen fra i fjor har vi definert forskningsspørsmål rettet mot lyd og bilde.

Dersom vi ser bort ifra det vi allerede har testet, hvordan teknologi finnes for å samle lyd med RPi og hvordan kan denne bidra til å løse prosjektets målsetning?

Hvilken teknologi for å endre bildeutsnitt finnes for RPi og hvordan kan denne bidra til å løse prosjektets målsetning?

Metoder og midler

Vi skal bruke samme metode som tidligere; prototyping. Dette gir oss mulighet til å funksjonsteste diverse komponenter hver for seg og systemet i sin helhet. Research og dokumentasjon er selvfølgelig en stor del av dette også. Vi har fått et budsjett på 38.000 kr fra Oppland Arbeiderblad som skal brukes til å investere i utstyr, samtidig som vi får bruke Gjøvik Tennisklubb sin tennishall til testing og gjennomførelse av prosjekt.

Vedlegg 2 – Prosjektavtale/Kontrakt



Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Vår dato

Vår referanse

1 av 3

Prosjektavtale

mellom NTNU Institutt for design (ID) (utdanningsinstitusjon), og

Oppland Arbeiderblad w/Sjefsredaktør Erik Sønsteli (oppdragsgiver), og

Henrik Ruud og Petter Gustafson

(student(er))

Avtalen angir avtalepartenes plikter vedrørende gjennomføring av prosjektet og rettigheter til anvendelse av de resultater som prosjektet frembringer:

1. Studenten(e) skal gjennomføre prosjektet i perioden fra 08.01.18 til 16.05.18.

Studentene skal i denne perioden følge en oppsatt fremdriftsplan der NTNU ID yter veiledning. Oppdragsgiver yter avtalt prosjektbistand til fastsatte tider. Oppdragsgiver stiller til rådighet kunnskap og materiale som er nødvendig for å få gjennomført prosjektet. Det forutsettes at de gitte problemstillinger det arbeides med er aktuelle og på et nivå tilpasset studentenes faglige kunnskaper. Oppdragsgiver plikter på forespørsel fra NTNU å gi en vurdering av prosjektet vederlagsfritt.

2. Kostnadene ved gjennomføringen av prosjektet dekkes på følgende måte:
 - Oppdragsgiver dekker selv gjennomføring av prosjektet når det gjelder f.eks. materiell, telefon/fax, reiser og nødvendig overnatting på steder langt fra NTNU på Gjøvik. Studentene dekker utgifter for ferdigstilling av prosjektmateriell.
 - Eiendomsretten til eventuell prototyp tilfaller den som har betalt komponenter og materiell mv. som er brukt til prototypen. Dersom det er nødvendig med større og/eller spesielle investeringer for å få gjennomført prosjektet, må det gjøres en egen avtale mellom partene om eventuell kostnadsfordeling og eiendomsrett.
3. NTNU ID står ikke som garantist for at det oppdragsgiver har bestilt fungerer etter hensikten, ei heller at prosjektet blir fullført. Prosjektet må anses som en eksamensrelatert oppgave som blir bedømt av intern og ekstern sensor. Likevel er det en forpliktelse for utøverne av prosjektet å fullføre dette til avtalte spesifikasjoner, funksjonsnivå og tider.

4. Alle bacheloroppgaver som ikke er klausulert og hvor forfatteren(e) har gitt sitt samtykke til publisering, kan gjøres tilgjengelig via NTNUs institusjonelle arkiv hvis de har skriftlig karakter A, B eller C.

Tilgjengeliggjøring i det åpne arkivet forutsetter avtale om delvis overdragelse av opphavsrett, se «avtale om publisering» (jfr Lov om opphavsrett). Oppdragsgiver og veileder godtar slik offentliggjøring når de signerer denne prosjektavtalen, og må evt. gi skriftlig melding til studenter og instituttleder/fagenhetsleder om de i løpet av prosjektet endrer syn på slik offentliggjøring.



Den totale besvarelsen med tegninger, modeller og apparatur så vel som programlisting, kildekode mv. som inngår som del av eller vedlegg til besvarelsen, kan vederlagsfritt benyttes til undervisnings- og forskningsformål. Besvarelsen, eller vedlegg til den, må ikke nyttes av NTNU til andre formål, og ikke overlates til utenforstående uten etter avtale med de øvrige parter i denne avtalen. Dette gjelder også firmaer hvor ansatte ved NTNU og/eller studenter har interesser.

5. Besvarelsens spesifikasjoner og resultat kan anvendes i oppdragsgivers egen virksomhet. Gjør studenten(e) i sin besvarelse, eller under arbeidet med den, en patentbar oppfinnelse, gjelder i forholdet mellom oppdragsgiver og student(er) bestemmelsene i Lov om retten til oppfinnelser av 17. april 1970, §§ 4-10.
6. Ut over den offentliggjøring som er nevnt i punkt 4 har studenten(e) ikke rett til å publisere sin besvarelse, det være seg helt eller delvis eller som del i annet arbeide, uten samtykke fra oppdragsgiver. Tilsvarende samtykke må foreligge i forholdet mellom student(er) og faglærer/veileder for det materialet som faglærer/veileder stiller til disposisjon.
7. Studenten(e) leverer oppgavebesvarelsen med vedlegg (pdf) i NTNUs elektroniske eksamenssystem. I tillegg leveres ett eksemplar til oppdragsgiver.
8. Denne avtalen utferdiges med ett eksemplar til hver av partene. På vegne av NTNU, ID er det instituttleder/faggruppeleder som godkjenner avtalen.
9. I det enkelte tilfelle kan det inngås egen avtale mellom oppdragsgiver, student(er) og NTNU som regulerer nærmere forhold vedrørende bl.a. eiendomsrett, videre bruk, konfidensialitet, kostnadsdekning og økonomisk utnyttelse av resultatene. Dersom oppdragsgiver og student(er) ønsker en videre eller ny avtale med oppdragsgiver, skjer dette uten NTNU som partner.
10. Når NTNU også opptrer som oppdragsgiver, trer NTNU inn i kontrakten både som utdanningsinstitusjon og som oppdragsgiver.
11. Eventuell uenighet vedrørende forståelse av denne avtale løses ved forhandlinger avtalepartene imellom. Dersom det ikke oppnås enighet, er partene enige om at tvisten løses av voldgift, etter bestemmelsene i tvistemålsloven av 13.8.1915 nr. 6, kapittel 32.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for design

12. Deltakende personer ved prosjektgjennomføringen:

NTNUs veileder (navn): Kjell-Are RefsvikOppdragsgivers kontaktperson (navn): Erik Sønstelie

Student(er) (signatur):  dato 30/1-18
 dato 30/1-18

dato _____
dato _____

Oppdragsgiver (signatur): Erik H. Sønstelie dato X

*Signert avtale leveres digitalt i Blackboard, rom for bacheloroppgaven.
Godkjennes digitalt av instituttleder/faggruppeleder.*

*Om papirversjon med signatur er ønskelig, må papirversjon leveres til instituttet i tillegg.
Plass for evt sign:*

Instituttleder/faggruppeleder (signatur):  dato 1/2 -18

Vedlegg 3 – Analyse av linser (teknisk test)

	Opplysning/støy	Fargegjengivelse/hvitbalanse	Håndtering/brukervennlighet	Total kvalitet
CS 2.8-12mm	Akseptabel bildekvalitet. Lite støy.	Denne linsen håndterte ikke hvitbalanse. Gul/grønt stikk som den ikke klarte å rette opp i.	Tar lang tid å sette opp og stille fokus. Vanskelig å vite når bildet er i fokus. Forverrer bildekvaliteten.	Relativt dårlig resultat i forhold til hvor mye tid man bruker på håndteringen.
CS Standard (4mm)	Bedre bildekvalitet. Lite støy og god skarphet.	Når det er bevegelse og mennesker i bildet gjør denne linsen en god jobb. Får derimot et gul/grønt stikk når det er lite bevegelse.	Ikke behov for å fokusere. Klar i løpet av 1 minutt.	En god linse som er klar og skarp. Enkel å håndtere.
CS 6-60mm	Veldig skarpe bilder. Tidvis pikselert (kan skyldes nettet).	Hvitbalansen er ikke lik over hele bildet. Et felt i midten av bildet er varmt, mens ytterkantene er kalde. Hver gang noen flytter seg gjennom bildet blir hvitbalansen endret to ganger. Slitsomt å se på i lengden.	Selv om fleksibiliteten er gunstig, rettfærdiggjør ikke det den dårlige brukervennligheten.	Gir et godt bilde, sett bort ifra hvitbalanse. Linsen har meget variabel brennvidde og blender.
CS 4mm	Relativt god kvalitet. Gir en litt spesiell bloom/glow-effekt. Dette påvirker highlights, altså hvite områder som reflekterer mye lys.	Blant de beste resultatene.	Enkel i bruk.	Den rare effekten som oppstår i highlights kan gjøre det vanskelig å se ballen. Denne linsen egner seg ikke for ballspport.
M12 2.8-12mm	God nok bildekvalitet. Tidvis pikselert.	Denne linsen håndterte ikke hvitbalansen bra. Når det er bevegelse blir hvitbalansen god, men ellers er det et gulskjær.	Ikke optimalt, men M12 har en tendens til å være lettere å håndtere enn CS.	Hvis man ser bort ifra hvitbalansen er kvaliteten akseptabel..
M12 4mm	God kvalitet.	Veldig god hvitbalanse og fargegjengivelse.	Veldig enkle å sette opp.	Gjennomgående bra resultat.
M12 3.5-8mm	God kvalitet.	Hvitbalansen er god nok, men vi ser tendenser til det mørke feltet i midten av bildet (i likhet med CS 6-60mm).	Vanskelig å stille fokus, noe som påvirker den opplevde bildekvaliteten.	Mest sannsynlig en god linse, men brukervennlighetene gjør dette til en slitsom prosess.
M12 Standard (4mm)	Skarpt og fint bilde.	Veldig god hvitbalanse.	Enkel.	En god linse som gir et godt resultat.

Vedlegg 4 – Klargjøre RPI for livestreaming

Klargjøre RPI – steg for steg

1. Last ned Raspbian fra <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>
 - a. Pakk ut ZIP-filen og flytt filene over på minnekortet
2. Start RPI, OS skal være ferdig installert.
3. Åpne terminalvinduet og skriv inn følgende og vent til de er ferdig:
 - a. `sudo apt-get update`
 - b. `sudo apt-get upgrade`
 - c. `sudo apt-get install ffmpeg`
4. For å skru på kameraet går du enten inn i innstillinger fra startstreken eller skriver inn følgende i terminalvinduet:
 - a. `sudo raspi-config`
 - i. Bla deg nedover og velg aktiver kamera

Installering av AudioInjector

1. Last ned fra www.flatmax.org/phpbb/viewtopic.php?f=5&t=3
2. Skriv følgende inn i terminalvinduet og vent til de er ferdig:
 - a. `audioInjector-setup.sh`
 - b. `sudo apt-get install sox`
 - c. `audioInjector-test.sh`

Testing av lydenheter

Vi brukte Audacity for å teste lydenhetene, en veldig enkel løsning. Skriv følgende inn i terminalvinduet for å installere Audacity:

1. `sudo apt-get install audacity`

Kommando for å starte livestream *med* lyd:

```
raspivid --nopreview -o - -t 0 -vf -hf -fps 25 -b 5120000 | ffmpeg -thread_queue_size 1024 -i pipe: -f alsa -thread_queue_size 1024 -async 1 -ac 1 -i plughw:1,0 -vcodec copy -acodec aac -ab 128k -g 50 -strict experimental -f flv rtmp://a.rtmp.youtube.com/live2/[STREAM CODE]
```

Kommando for å starte livestream *uten* lyd:

```
raspivid --nopreview -o - -t 0 -vf -hf -fps 25 -b 5120000 -g 50 | ffmpeg -re -ar 44100 -ac 2 -acodec pcm_s16le -f s16le -ac 2 -i /dev/zero -f h264 -i - -vcodec copy -acodec aac -ab 128k -g 50 -strict experimental -f flv rtmp://a.rtmp.youtube.com/live2/[STREAM CODE]]
```

Fjernstyring av RPI fra en annen datamaskin (VNC & SSH)

For å gjøre det lettest mulig og minimere utstyret vi tok med oss ut på oppdrag tok vi i bruk VNC og SSH som ga oss muligheten til å fjernstyre RPIene fra en annen datamaskin så lenge begge enhetene er på samme internett. VNC gir deg et grafisk grensesnitt hvor du ser det du terminalvindu hvor du bare ser tekst. Sistnevnte brukte vi bare til selve start og stopp av direkteendingene vi gjorde.

Aktivere VNC – <https://www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/vnc/>

1. Skriv inn følgende i terminalvinduet:
 - a. `sudo apt-get install realvnc-vnc-server realvnc-vnc-viewer`
2. Når det er ferdig fortsetter du med å skrive:
 - a. `sudo raspi-config`
3. Velg *Interfacing Options*, naviger deg ned til *VNC* og velg *Yes*
4. Nå settes fokuset over på din egen datamaskin hvor du må laste ned VNC Viewer fra <https://www.realvnc.com/en/connect/download/viewer/>
5. Start programmet og skriv inn IP-adressen til RPI

Aktivere SSH

SSH kan aktiveres gjennom terminalvinduet eller fra innstillinger.

1. For å aktivere SSH via terminalvindu skriv følgende:
 - a. `sudo raspi-config`
 - i. Velg *Interfacing Options*, naviger deg ned til *SSH* og velg *Yes*
2. For å aktivere SSH fra innstillinger gjør følgende:
 - a. Velg *Preferences* fra startstreken
 - b. Naviger deg til *Interfaces*
 - c. Aktiver *SSH*

Vedlegg 5 – Videofiler

Videofiler av hvert kamerautsnitt gjort under teknisk test og direktesending av innebandy trening.

Følgende videofiler er tilgjengelig i Blackboard og Google Drive med følgende lenke:

https://drive.google.com/open?id=1MFz_d72CcmqAyO4ZwsAQj-f44rL3oRaj

- RPI Innebandy Trening - Kamera 1 (PI5).mp4
- RPI Innebandy Trening - Kamera 2 (PI6).mp4
- RPI Innebandy Trening - Kamera 3 (PI7).mp4
- RPI Innebandy Trening - Kamera 4 (PI8).mp4
- Teknisk test 1 - Kamera 1 (PI5).mp4
- Teknisk test 1 - Kamera 2 (PI6).mp4
- Teknisk test 1 - Kamera 3 (PI7).mp4
- Teknisk test 1 - Kamera 4 (PI8).mp4
- Teknisk test 2 - Kamera 1 (PI5).mp4
- Teknisk test 2 - Kamera 2 (PI6).mp4
- Teknisk test 2 - Kamera 3 (PI7).mp4
- Teknisk test 2 - Kamera 4 (PI8).mp4

Vedlegg 6 – Nyttige lenker

Link til direktesending på YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=wcGd3EQ5wbA>

Link til teknisk test 1:

<https://www.youtube.com/watch?v=yZg3iTxxVUA>

Link til teknisk test 2:

https://www.youtube.com/watch?v=1i_V_7jI4AM

Link til innkjøpsliste:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Fmw1A09Ku86jisD-ZTF_izJ5y8G_w6DCpvH0SzNQOO4/edit?usp=sharing

Link til funksjonstest av linser:

<https://docs.google.com/presentation/d/1BHI9oRVfqQTlBflvCYAns1hyFR8qvsqCbnlu4zAUBwo>