

Bruk av iPhone som pedagogisk verktøy i skolen

Innebygde bevegelsesensorer brukt i applikasjoner for fysikkfaget

Sturla Sandvei

Master i datateknikk
Oppgaven levert: Juni 2011
Hovedveileder: Terje Rydland, IDI

Oppgavetekst

Tradisjonelle datamaskiner og bærbare maskiner har etterhvert fått stor utbredelse og er mye brukt i skolen. Introduksjonen av smarttelefoner åpner helt nye muligheter når det gjelder bruk av IKT-verktøy i det pedagogiske arbeidet. Dette er små enheter som man alltid har med seg og gjennom oppkobling til Internett kan man være tilgjengelig - «på» - til enhver tid. I tillegg til funksjonalitet vi kjenner fra små bærbare datamaskiner inneholder enhetene forskjellige sensorer som bl.a. kan brukes til å bestemme egen lokasjon, detektere bevegelse, gi kompassretning osv.

Denne oppgaven skal undersøke hva et utvalg fysikklærere i videregående skole bruker av IKT-verktøy og andre verktøy i undervisningen. Det skal fokuseres spesielt på hva som benyttes i programfaget fysikk fra studiespesialiserende utdanningsprogram.

Videre skal det settes opp forslag til iPhone-applikasjoner som kan utvikles for bruk i dette faget. Dette for å synliggjøre noen av mulighetene som finnes ved bruk av iPhone som pedagogisk verktøy i skolen.

Forslagene skal evalueres og ett av dem tas videre og utvikles til en fullverdig test-applikasjon. Denne applikasjonen skal ved bruk av innebygde bevegelsesensorer demonstrere et bestemt emne i faget eller den skal benyttes som verktøy i et konkret forsøk.

Til slutt skal applikasjonen demonstreres for et utvalg lærere slik at en faglig vurdering av den pedagogiske effekten kan evalueres.

Oppgaven gitt: 24. januar 2011

Hovedveileder: Terje Rydland, NTNU

Sammendrag

Mobiltelefoner er idag allemannseie og de mer avanserte smarttelefonene tar over stadig større deler av markedet gjennom populære modeller som iPhone og forskjellige Android-telefoner. Samtidig ser vi at bruk av IKT i skolen har stort fokus bl.a. gjennom læreplaner og i lærebøker. Tradisjonelle datamaskiner er for en stor del erstattet med bærbare maskiner i dagens skole. En naturlig videreutvikling vil være at smarttelefoner tar over deler av oppgavene de bærbare maskinene har i dag.

Dette prosjektet undersøker muligheten for å bruke smarttelefoner på en helt ny måte som pedagogisk verktøy i skolen ved spesifikt å se på om de innebygde bevegelsesensorene i iPhone kan brukes sammen med passende applikasjoner i fysikkfaget.

Prosjektet er tredelt der vi først foretar en empirisk undersøkelse gjennom intervju med 4 fysikklærere. Her kartlegger vi hva de benytter av IKT-verktøy i det pedagogiske arbeidet. Samtidig diskuterer vi konkrete forsøk i fysikkfaget som kan være egnet til realisering gjennom en skreddersydd iPhone-applikasjon. I prosjektets andre del vurderer vi flere mulige fysikkforsøk hvor vi til slutt velger å implementere det kjente heisforsøket. Programvare-utviklingen hvor vi benytter vannfallmetoden tar frem en prototype av iPhone-applikasjonen HeisApp. I tredje og siste del av prosjektet demonstrerer vi HeisApp for lærerne som gir en evaluering av applikasjonen i form av en spørreundersøkelse.

Gjennom tilbakemeldinger fra fysikklærerne kan vi konkludere med at HeisApp er en suksess ved at den dekker de krav og forventningene som er satt. Den er enkel og intuitiv å bruke og understøtter et eksisterende forsøk i faget på en god måte med enkle hjelpemidler og nøyaktige resultater. Lærerne i undersøkelsen ville benyttet HeisApp i sin undervisning dersom den var tilgjengelig.

Vi viser i dette prosjektet at skreddersydde applikasjoner til smarttelefon kan brukes som et nyskapende og effektivt verktøy i fysikkfaget. De viktigste effektene med en slik løsning er at eleven benytter sin egen smarttelefon som de alltid har med seg. Dette gir også god mulighet for å lage applikasjoner med høy grad av gjenkjenning for brukerne. Videre gir teknologien god kvalitet på måleresultatene og nøyaktig og god visualisering av måledata. Dette trekkes frem som kanskje det mest avgjørende momentet. Det er dessuten enkelt å dele og tilgjengeliggjøre måledata fra applikasjonen.

Den demonstrerte positive effekten for fysikkfaget kan vi anta eksisterer også for andre fag i skolen. Dette må i så fall undersøkes gjennom videre forskning.

Abstract

Mobile phones has been common property for several years in Norway. We are now seeing a trend where the more sophisticated smartphones are taking over the market thanks to popular models as the iPhone and various Android phones. Furthermore we see an increasing focus on the use of ICT in schools through curricula and textbooks. Traditional computers are for the most part replaced with laptops in today's school. A natural next step would be that smartphones are taking over tasks from the laptops.

This project investigates the possibilities of using smart phones as educational tools in schools in a complete new way specifically by investigating if the built-in motion sensors in the iPhone can be used together with appropriate applications in physics.

The project is divided in three parts where we first undertake an empirical investigation through interviews with four physics teachers. Here we investigate what what ICT tools these teachers use in the educational work. At the same time we discuss specific experiments in physics that may be suitable for use in a customized application. The second part of the project evaluates several possible physics experiments before we finally decide to implement the well known lift experiment. A prototype of the «HeisApp» for iPhone is developed using the waterfall method. The third and final part of the project consists of demonstrating the «HeisApp» to the teachers with a subsequent evaluation in the form of a survey.

Through feedback from the physics teachers, we can conclude that HeisApp is a great success, covering all the expectations that are set. It is easy and intuitive to use and supports existing efforts in the subject in a good way with simple tools and accurate results. The teachers in our study would have used HeisApp in their class if it was available to them.

We show in this project that tailor-made applications for smart phones can be used as an innovative and effective tool in physics. The main effects of such a solution is that the student uses his own smartphone. This provides a good opportunity to create applications with a high degree of recognition for the users. Moreover this technology gives good quality of the measurement results and the visualization of the measurement data is very good. This is mentioned as crucial by the teachers. Moreover, it is easy to share and make available measurement data from the application.

The positive effects we have demonstrated for physics, we can assume also exist for other subjects in school. This must be further examined through research.

Forord

Denne masteroppgaven i Datateknikk er gjennomført ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet i Trondheim (NTNU) ved Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk (IME) og Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap (IDI). Programområdet oppgaven er gitt under heter «IKT i læring» som er en tverrfaglig og anvendelsesorientert fagretning.

Oppgaven er gjennomført i 10. semester av Master-utdanningen noe som i praksis vil si vårsemesteret i 5. årskurs. Omfanget av oppgaven skal tilsvare 30 studiepoeng dvs. 100% av arbeidet innenfor ett semester.

Oppgaven bygger videre på et fordypningsprosjekt i 9. semester der jeg så på teknologiene for å utvikle applikasjoner til iPhone og der jeg utviklet 5 enkle testapplikasjoner med spesiell fokus på animasjon vha. OpenGL der input hentes fra de innebygde bevegelsesensorene.

Veileder for oppgaven har vært amanuensis Terje Rydland ved IDI. Jeg vil benytte anledningen til å takke han for en utrolig interessant og fin oppgave og for at jeg har fått frie tøyler under gjennomføringen av prosjektet. Med min bakgrunn fra telekombransjen, en stor interesse for læreryrket samt utdanning innen datateknikk har denne oppgaven vært som et kinder-egg for min del!

Jeg vil også takke Nils Kr. Rossing ved Skolelaboratoriet, NTNU som gjennom to møter tidlig i prosjektet bidro sterkt til å rette inn fokus samt pekte mot aktuelle ressurspersoner.

Videre skylder jeg mine 4 informanter – fysikklærerne fra videregående skole – en stor takk. Deres åpenhet, velvillighet og interesse for prosjektet har vært avgjørende bidrag til arbeidet mitt.

Til slutt vil jeg takke min familie – først og fremst min kone Mona og våre to tenåringssønner Tore og Eskil. Å ta master-utdanning i godt voksen alder krever godt samarbeid, koordinering og støtte fra familien og det har jeg absolutt fått i denne perioden. Nå lover jeg at det skal bli mere tid felles fritidsaktiviteter igjen.

Gimse, 20. juni 2011

Sturla Sandvei

Innholdsliste

Oppgavetekst.....	i
Sammendrag.....	iii
Abstract.....	v
Forord.....	vii
Innholdsliste.....	ix
Illustrasjonsliste.....	xi
1 Innledning.....	1
1.1 Motivasjon.....	1
1.2 Problemstilling.....	1
1.3 Avgrensninger.....	2
1.4 Definisjoner.....	2
1.5 Metoder.....	3
1.6 Rapportens struktur.....	3
2 Bakgrunn.....	5
2.1 IKT i videregående skole.....	5
2.2 Eksisterende systemer.....	14
2.3 iPhone.....	20
2.4 Verktøy for utvikling til iOS.....	26
2.5 Objective-C.....	31
2.6 Andre teknologier.....	33
2.7 Pedagogiske muligheter med iPhone.....	35
2.8 Oppsummering.....	38
3 Metoder.....	39
3.1 Empirisk undersøkelse.....	39
3.2 Utvikling av demo-applikasjon.....	46
3.3 Demonstrasjon og evaluering av applikasjonen.....	50
3.4 Oppsummering.....	52
4 Resultater.....	53
4.1 Empirisk undersøkelse.....	53
4.2 Utvikling av demo-applikasjon.....	57
4.3 Demonstrasjon og evaluering av applikasjonen.....	84
5 Konklusjon.....	89
5.1 Oppsummering.....	89
5.2 Diskusjon.....	90
5.3 Konklusjon.....	91
5.4 Videre arbeid.....	91
Referanseliste.....	93

Vedlegg A – Intervjudata.....	97
Vedlegg A.1 – Intervjuguide.....	98
Vedlegg A.2 – Samtykkeerklæring.....	101
Vedlegg A.3 – Intervju #1.....	102
Vedlegg A.4 – Intervju #2.....	107
Vedlegg A.5 – Intervju #3.....	114
Vedlegg A.6 – Intervju #4.....	124
Vedlegg B – Programlisting.....	134
Vedlegg C – Evalueringsresultater	135
Vedlegg C.1 – Intervjuguide.....	136
Vedlegg C.2 – Resultater.....	140

Illustrasjonsliste

Illustrasjon 1: Pasco SPARK SLS datalogger (eget foto).....	11
Illustrasjon 2: Pasco Xplorer GLX datalogger (Pasco 2011).....	12
Illustrasjon 3: Søkemuligheter i iTunes (egen skjermpriint).....	18
Illustrasjon 4: iPhone 4 (bilde fra apple.com).....	20
Illustrasjon 5: Fysiske mål for iPhone (bilde fra apple.com).....	21
Illustrasjon 6: Knapper på iPhone 4 (bilde fra apple.com).....	21
Illustrasjon 7: Koordinatsystemet for iPhone 4 (bilde fra apple.com).....	23
Illustrasjon 8: Gyroskopets funksjonsmåte (bilde fra apple.com).....	24
Illustrasjon 9: 4-lags modell av iOS (bilde fra apple.com).....	25
Illustrasjon 10: Xcode med editoren i sentrum (egen skjermpriint).....	28
Illustrasjon 11: Nytt prosjekt i Xcode - tilgjengelige templates (egen skjermpriint).....	29
Illustrasjon 12: Interface Builder integrert i Xcode (egen skjermpriint).....	30
Illustrasjon 13: Bruk av iPhone Simulator (egen skjermpriint).....	31
Illustrasjon 14: Vannfallmodellen.....	48
Illustrasjon 15: CSV-fil åpnet i OpenOffice Calc og graf er opprettet (egen skjermpriint).....	51
Illustrasjon 16: TabBar brukt i App Store (egen skjermpriint).....	65
Illustrasjon 17: Logisk oppbygging av applikasjonen.....	66
Illustrasjon 18: Bruk av globale variable.....	67
Illustrasjon 19: Oppstartbilde med stoppknapp aktiv (egen skjermpriint).....	72
Illustrasjon 20: Oppstartbilde med startknapp aktiv (egen skjermpriint).....	72
Illustrasjon 21: Grafen fra forsøk med kjøring av heis opp og ned (egen skjermpriint).....	73
Illustrasjon 22: Graf uten rådata til å generere fra (egen skjermpriint).....	74
Illustrasjon 23: Verktøysiden (egen skjermpriint).....	75
Illustrasjon 24: Feilmelding fra kalibrering (egen skjermpriint).....	76
Illustrasjon 25: Sending av epost fra iPhone (egen skjermpriint).....	76
Illustrasjon 26: Filbehandleren med 3 forsøk lagret (egen skjermpriint).....	77
Illustrasjon 27: Filbehandler i editerings-modus (egen skjermpriint).....	78
Illustrasjon 28: Hjelpesiden (egen skjermpriint).....	79
Illustrasjon 29: Eksempel fra melding til skjermen med OK-knapp (egen skjermpriint).....	80

*Til minne om far.
Lektor i matematikk, fysikk og astronomi.*

1 Innledning

Oppfinneren av Palm Pilot¹ Jeff Hawkins har sagt at én dag vil 2-3 milliarder mennesker ha sin egen mobiltelefon og de fleste vil ikke ha egen PC (Stone 2004). Vi har nok ikke kommet dit ennå men vi ser en stor utbredelse av mobiltelefoner generelt og smarttelefoner spesielt. Det betyr at «alle» ungdommer snart vil ha sin egen smarttelefon med seg på skolen og den vil være hovedverktøyet deres for aksess til Internett.

Et slikt scenario reiser en del interessante problemstillinger og muligheter relatert til IKT i skolen. Kan vi utnytte disse smarttelefonene til noe fornuftig i en pedagogisk sammenheng? Kanskje kan smarttelefonene erstatte dagens PCer i skolen men enda mer interessant; kan vi bruke den nye teknologien på nye alternative måter?

1.1 Motivasjon

Det pågår flere prosjekter som ser på bruk av smarttelefoner i skolen som en erstatning for bærbare datamaskiner. Samtidig ser vi at det i enkelte fag benyttes en del spesialutstyr som f.eks. dataloggere i fysikkfaget.

Dette prosjektet ser på en helt ny måte å bruke smarttelefoner på i undervisningen. Det konkrete eksempelet vi studerer er bruk av iPhone som IKT-verktøy i fysikkfaget. Ikke for å erstatte noe som allerede finnes men ved å ta i bruk teknologien på en helt ny måte som gir noe helt nytt som kan brukes som et tillegg i undervisningen.

Hvis vi kan vise en positiv effekt for fysikkfaget kan vi anta at dette også er relevant for andre fag i skolen. I så fall åpner det seg nye og spennende muligheter for bruk av IKT i skolen.

1.2 Problemstilling

Hensikten med prosjektet er å undersøke om en skreddersydd applikasjon for iPhone som gjør bruk av de innebygde bevegelsesensorene har en pedagogisk effekt i fysikkfaget i den videregående skolen.

Hvis vi kan vise at dette kan gi et verdifullt bidrag i det pedagogiske arbeidet vil dette prosjektet bidra til forskningen som foregår rundt bruk av smarttelefoner i skolen.

Problemstillingen kan deles opp i tre underpunkter:

1. Undersøke hvilke verktøy et utvalg fysikklærere benytter i dagens undervisning.
2. Velge ett forsøk fra pensum i fysikkfaget og utvikle en iPhone-applikasjon som kan utføre dette forsøket ved bruk av de innebygde bevegelsesensorene.
3. Demonstrere applikasjonen for et utvalg fysikklærere og få evaluert den pedagogiske effekten.

¹ En av de første PDA'ene på markedet (Personal Digital Assistant). PDA og mobiltelefoner har nå smeltet sammen i det vi kjenner som smarttelefoner.

1 Innledning

1.3 Avgrensninger

Prosjektet skal se på IKT bruk i skolen. Dette er et omfattende emne og vi har derfor begrenset oss til å se på ett konkret fag i den videregående skolen nemlig programfaget fysikk. Fortsatt er det mange mulige anvendelsesområder slik at en ytterligere avgrensning er at vi skal se på bruk av bevegelsesensorer i forbindelse med demonstrasjoner eller forsøk i faget.

Vi forholder oss til lærerne i dette prosjektet, både når det gjelder datainnsamling og evaluering av resultatene. Et prosjekt hvor vi undersøker effekten for elevene vil kreve helt andre rammer enn det vi har til rådighet.

1.4 Definisjoner

Det benyttes en del begreper i denne oppgaven som vi nå skal definere.

Uttrykkene «IKT i skolen» og «IKT-verktøy» går igjen i mange sammenhenger. IKT er et mye brukt uttrykk og innholdet kan variere. Noen definerer grunnleggende IKT-ferdigheter hos elever som bruk av tekstbehandling, søk etter informasjon på Internett og bruk av presentasjonsprogrammer (Mørk og Jorde, 2005). Andre trekker inn bruk av digitale foto, regneark, blogger og spesialutstyr som dataloggere. Vi har valgt å bruke denne definisjonen (SNL 2011a):

«Informasjons- og kommunikasjonsteknologi, IKT, samlebetegnelse for teknologi for innhenting, overføring, bearbeiding, lagring og presentasjon av informasjon.»

Uttrykket smarttelefon er også et mye brukt uttrykk som er så nytt at vi ikke finner noen definisjon i leksika eller ordbøker. Uttrykket stammer fra engelsk (smartphone) og vi velger å bruke følgende definisjon:

«Smarttelefon er en mobiltelefon med PDA-funksjonalitet.»

Det betyr at man har all funksjonalitet fra mobiltelefonen som tale, meldinger, dataaksess og kamera i tillegg til PDA-funksjonalitet som muligheter for trådløst nett (WiFi), nettleser, epost-program og mulighet for å behandle dokumenter (lese og skrive). En smarttelefon har også et veldefinert operativsystem som åpner for at brukeren kan legge inn programmer utviklet av tredjepart. Vi ser en utvikling der disse enhetene kommer med diverse sensorer innebygd som GPS, kompass, termometer, akselerometer og gyroskop. I denne oppgaven inkluderer vi også lesebrett i begrepet smarttelefon.

Uttrykket «app» er opprinnelig slang for applikasjonsprogram (application software). I dagligtalen har det en smalere betydning som vi velger å bruke i denne oppgaven:

«En app er et applikasjonsprogram for smarttelefoner.»

Utvikleren av en app kan være telefonprodusenten, en annen organisasjon eller en privatperson. Hensikten med en app er å hjelpe brukeren til å utføre en helt enkel oppgave eller den kan være et større programsystem med støtte for flere oppgaver som f.eks. en musikkspiller.

1 Innledning

1.5 Metoder

Prosjektets 3 hoveddeler benytter forskjellige forskningsmetoder.

Første del består av en empirisk undersøkelse i form av kvalitative semi-strukturerte forskningsintervju. Målet er å undersøke hva et utvalg fysikklærere benytter av verktøy i undervisningen. Samtidig benytter vi også anledningen til å diskutere mulige iPhone-apper for bruk i fysikkfaget.

Andre del består av programvareutvikling der vi tar frem en prototype av en iPhone-app. Metoden vi benytter her er programvareutvikling etter vannfallmetoden.

Tredje del består av kvalitative strukturerte forskningsintervju. Her blir iPhone-appen fra del to demonstrert for et utvalg lærere som så gir en evaluering av denne.

1.6 Rapportens struktur

Kapittel 1 – Innledning – forteller hva rapporten handler om. Vi gir bakgrunnen for prosjektet og motivasjon for oppgaven og tar med noen avgrensninger og definisjoner før forskningsmetodene beskrives kort.

Kapittel 2 – Bakgrunn – ser på hva som finnes og brukes av IKT i skolen med spesiell fokus på fysikkfaget og med fokus på bruk av smarttelefoner og bevegelsesensorer. Videre ser vi på annen forskning innen området før teknologien brukt i dette prosjektet beskrives. Til slutt lister vi opp 10 aktuelle applikasjoner for prototypen som tas frem i prosjektet.

Kapittel 3 – Metoder – beskriver de forskningsmetodene vi har brukt i prosjektet. Dette kapitlet er delt i 3 der vi først beskriver den empiriske undersøkelsen, deretter programvareutviklingen og til slutt demonstrasjon og evaluering.

Kapittel 4 – Resultater – inneholder resultatene av arbeidet som er utført. Dette kapitlet er også delt i 3 på samme måte som metodekapitlet.

Kapittel 5 – Konklusjon – oppsummerer og konkluderer resultatene sett opp mot oppgaveteksten. Vi tar også med noen forslag til videre arbeid.

Til slutt har vi tatt med en rekke vedlegg med detaljerte data fra intervjuprosessen og evalueringsprosessen. Programlister er ikke tatt med i rapporten men finnes i form av en komprimert datafil vedlagt denne rapporten. Detaljert informasjon om innholdet i denne filen finnes i vedlegg B.

1 Innledning

2 Bakgrunn

I dette kapitlet ser vi på hvilke verktøy som finnes for bruk i skolen i dag med spesiell fokus på fysikkfaget. Hva sier læreplanen og hvordan dekker læreverkene dette.

Videre ser vi på eksisterende applikasjoner for smarttelefoner og forskning innen dette området.

Deretter går vi gjennom teknologien som skal benyttes i prosjektet før vi til slutt ser på mulige applikasjoner som kan utvikles for iPhone til bruk i fysikkfaget.

2.1 IKT i videregående skole

Formålet med å bruke IKT i skolen kan grovt sett deles i to. For det første skal elevene få erfaring og kompetanse i bruk av IKT generelt og for det andre skal verktøyene bidra til lettere læring og bedre forståelse av stoffet (Angell 2011). Det er viktig at IKT ikke bare erstatter noe eksisterende som kanskje fungerer godt men heller bidrar med noe nytt. For eksempel advares det mot å erstatte de «gode gamle» fysikk-forsøkene med IKT-verktøy uten at det gir noen merverdi.

I dette kapitlet ser vi på nå-situasjonen i skolen. Hva finnes og brukes av verktøy generelt men med spesiell fokus på fysikkfaget. Data for dette kapitlet hentes hovedsaklig fra offentlige forskrifter gjennom læreplan og kunnskapsløftet og fra læreverkene i fysikkfagene.

2.1.1 Kunnskapsløftet

Kunnskapsløftet er navnet på den siste skolereformen i Norge (Reform 94 var den forrige). Reformen gjelder for både grunnskole og videregående skole. Den ble innført høsten 2006 for grunnskolen og første årskurs på videregående skole, mens den ble innført høsten 2007 for andre år på videregående og til slutt høsten 2008 for tredje år på videregående opplæring (Utdanningsdirektoratet 2006a).

Innholdet i reformen kan oppsummeres i følgende 6 hovedpunkter:

(1) Grunnleggende ferdigheter styrkes.

De grunnleggende ferdighetene er definert som å kunne uttrykke seg muntlig, lese, regne, uttrykke seg skriftlig og bruke digitale verktøy.

(2) Lese- og skriveopplæringen vektlegges fra første trinn.

Gjenspeiles i læreplanen for alle fag.

(3) Nye læreplaner i alle fag, med tydelige mål for elevenes og lærlingenes kompetanse.

De grunnleggende ferdighetene er innarbeidet i alle læreplanene.

(4) Ny fag- og timefordeling.

Denne er fastsatt for barnetrinnet (1.-7. trinn), ungdomstrinnet (8.-10. trinn) og for hvert av de tre trinnene for videregående opplæring.

2 Bakgrunn

(5) Ny tilbudsstruktur i videregående opplæring.

Det innføres nye fagsammensetninger og studieretninger og nye begreper innføres. Elevene søker nå et *utdanningsprogram* hvor man velger *programfag*.

(6) Lokal valgfrihet når det gjelder arbeidsformer, læremateriell og organisering av opplæringen.

For eksempel kan skoleeier (kommune eller fylkeskommune) fordele timene for hvert trinn innenfor rammene gitt for barnetrinnet og ungdomstrinnet. Likeledes kan man omdisponere inntil 25 % av timene for enkeltelever med spesielle behov.

Det som er spesielt interessant for oss er punkt (1) der det å kunne bruke digitale verktøy er definert som en grunnleggende ferdighet elevene skal lære seg i alle fag. Dessuten vil punkt (3) ha betydning da alle fag inkludert fysikkfaget får ny læreplan i forbindelse med reformen. Mer om læreplanen senere. Når det gjelder punkt (5) merker vi oss at fysikkfaget nå er et programfag - tidligere studieretningsfag.

Grunnleggende ferdighet – Å kunne bruke digitale verktøy

Dette er et punkt som går rett inn på tema for denne oppgaven og vi skal se litt nærmere på hva Utdanningsdirektoratet legger i dette begrepet.

Når vi ser på læreplanen for de enkelte fagene i grunnskolen (Utdanningsdirektoratet 2006a) går det igjen for alle fag at man skal bruke datamaskin for å søke etter informasjon og hente data. Videre skal datamaskin brukes til å produsere, komponere og redigere eget materiale som i neste omgang skal presenteres og publiseres. Dette gjelder både tekst, bilder, foto, film, skanning, animasjoner og musikk. For naturfag og matematikk er utforskning, måling, registrering, simulering, visualisering og analyse nevnt i tillegg. For språkfagene er bruk av sosiale medier nevnt som en metode for å praktisere språket i autentisk kommunikasjon.

Kildekritikk, personvern og regler for opphavsrett er viktige underpunkter.

Oppsummert går dette slik vi tolker det i hovedsak ut på å benytte datamaskiner med Internett-forbindelse sammen med bruk av integrert programvare². For enkelte fag ser man for seg bruk av mer spesialisert programvare som matematikk- og musikkprogrammer.

Hvis vi ser på studieplanen for fagene i videregående opplæring er det mye av det samme som går igjen. Her er det fokus på informasjonssøk og utarbeiding av presentasjoner. Vi ser likevel en spissing i bruk av verktøy innen fag som formgivingsfag og design og håndverk som tar inn bruk av mer avansert verktøy for layout og eksperimentering med form, farge og komposisjon. Og for matematikk der man skal bruke programmer til omfattende beregninger og visualisering. Likeledes nevnes det for flere fag bruk av digitale kart og navigasjonssystemer. Geofag er ett av disse fagene.

Når det gjelder bruk av digitale verktøy ut over diverse programmer til datamaskinene er det mindre å finne. Teknologi og forskningslære beskriver bruk av registreringsverktøy til overvåkning og kontroll av eksperimenter, simuleringer og datainnsamlinger mens idrettsfag snakker om verktøy for å samle inn og presentere treningsdata.

² Tekstbehandling, regneark, database, grafikk, kalkulator og kalender i ett felles grensesnitt.

2 Bakgrunn

Vi skal nå se litt nærmere på læreplanen for faget vi fokuserer på i dette prosjektet.

Læreplan for fysikk programfag

Det som tidligere het studieretningsfag i fysikk med betegnelsen 2FY og 3FY er nå erstattet av programfagene Fysikk 1 og Fysikk 2 i læreplanen fra 2006 (Utdanningsdirektoratet 2006b).

Faget er delt i 5 hovedområder:

- Klassisk fysikk: Mekanikk, elektrisitetstære og termofysikk. Sentrale begreper er krefter, felt, akselerasjon, støt og bevaringslover.
- Moderne fysikk: Stråling, kvanteteorien og relativitetsteorien.
- Å beskrive naturen med matematikk: Bruk av matematikk som språk ved hjelp av vektorregning, differensialregning og integralregning.
- Den unge forskeren: Planlegge, gjennomføre, vurdere og videreutvikle forsøk. Bruk av måleinstrumenter for å samle inn data og presentasjon av resultater.
- Fysikk og teknologi: Fysiske prinsipper for moderne komponenter som halvledere og transistorer. Bruk av fysikk for induksjon, røntgen, ultralyd, digital behandling av lyd og bilde osv. Dette er et nytt hovedområde i forbindelse med Kunnskapsløftet.

Som for alle fagplaner inngår det å kunne bruke digitale verktøy som en av de grunnleggende ferdighetene. Dette sier læreplanen om dette punktet:

«Å kunne bruke digitale verktøy i fysikk innebærer å utforske, måle, registrere, analysere, dokumentere og publisere digitalt. Det betyr å anvende animasjoner og bruke Internett til å hente inn fysikkfaglig informasjon. Å kunne bruke digitale verktøy i fysikk betyr å simulere fenomener og forsøk som det ellers er vanskelig å studere.» (side 3)

Bruk av digitale verktøy er også nevnt spesifikt under kompetansemålene i læreplanen. Under hovedområdet «Å beskrive naturen med matematikk» er dette tatt med for begge årskurs:

«- bruke parameterframstilling til å beskrive rettlinjet bevegelse for en partikkel, og bruke derivasjon til å regne ut fart og akselerasjon når posisjonen er kjent, både med og uten digitale verktøy» (Fysikk 1, side 4)

«- analysere ulike matematiske modeller for en fysisk situasjon, med og uten digitale verktøy, og vurdere hvilken modell som beskriver situasjonen best» (Fysikk 2, side 5)

For hovedområdet «Den unge forskeren» er det også tatt med i begge årskursene:

«- samle inn og bearbeide data og presentere og vurdere resultater og konklusjoner av forsøk og undersøkelser, med og uten digitale verktøy - bruke simuleringsprogrammer til å vise fenomener og fysiske sammenhenger» (Fysikk 1, side 4)

«- gjennomføre relevante forsøk innen de forskjellige hovedområdene, med og uten digitale verktøy» (Fysikk 2, side 6)

2 Bakgrunn

Læreplanen inneholder store endringer for faget i det store emner som f.eks. termofysikk er tatt ut og nye emner fra moderne fysikk er tatt inn (Halsan 2009). Det er også et skille i begrepsbruken da målene i læreplanen som tidligere var satt opp som faglige mål nå er erstattet med kompetansemål.

Oppsummering

Den forrige skolereformen – Reform 94 – innførte krav om bruk av IKT-utstyr i undervisningen (Lie et al 2010). Med Kunnskapsløftet er IKT og bruk av digitale verktøy vektlagt enda sterkere og det er nå satt på kartet som en av de 5 viktigste læremålene i skolen. Det er stor fokus på bruk av datamaskin for å innhente informasjon, bearbeide og skape egne data i form av tekst, bilder, animasjoner samt å presentere dette.

For fysikkfaget er IKT også tatt med under flere kompetansemål som f.eks. at forsøk skal gjennomføres med digitale verktøy. Det er naturlig nok ikke beskrevet konkrete forsøk i læreplanen. For å se nærmere på dette skal vi nå studere læreverkene i faget.

2.1.2 Lærebøker i fysikkfagene

Kunnskapsløftet innebar så store endringer i læreplanen for fysikkfaget at lærebøkene måtte revideres (Halsan 2009). Per i dag finnes det to konkurrerende læreverker for faget og begge disse kom med ny utgave for Fysikk 1 i 2007 og for Fysikk 2 i 2008.

Den enkelte skole velger fritt hvilket læreverker man vil bruke. En spørreundersøkelse fra våren 2008 blant 232 fysikklærere (Halsan 2009) viser at markedet er delt omtrent i to like store deler (56% for Ergo, 44% for Rom Stoff Tid).

Begge læreverkene består av en grunnbok og en studiebok for hvert årstrinn i tillegg til et eget nettsted for elever og lærere.

Vi skal nå se litt nærmere på disse 2 læreverkene med fokus på omtalen av IKT-verktøy. Dette er interessant i denne sammenhengen da det som viser seg bl.a. fra Halsan sin undersøkelse (2009) at læreboken er det primære læremidlet i skolen og at den brukes mye for å planlegge undervisningen.

«**Rom, Stoff, Tid**» (RST) er Cappelen forlag sitt læreverker (Jerstad 2007; Jerstad 2008).

Nettsiden til læreverket - *RSTnett*³ - har åpen tilgang og er gratis (adgang til lærersidene krever passord). Nettsidene er organisert på samme måte som lærebøkene i forhold til årskurs og kapitteinndeling. Sidene inneholder animasjoner som er referert til fra læreboken, visualisering av stoff fra boken, interaktive oppgaver og en del løsningsforslag. Vi finner også lenker til andre nettsider med relevant stoff men det er vanskelig for oss å avgjøre om disse lenkene er oppdatert. Hvert kapittel inneholder en interaktiv test som sjekker kunnskap fra kapitlet.

Læresidene inneholder bl.a. alle illustrasjoner som er brukt i boken slik at man kan lage egne presentasjoner i samme stil som bokens. I tillegg finnes bl.a. læreveiledninger og forslag til terminprøver.

Grunnbøkene består av hhv. 13 og 12 kapitler fordelt på hhv. 320 og 300 sider.

3 <http://rstnett.cappelendam.no/>

2 Bakgrunn

Kapitlet om bevegelser fra første årskurs henviser til bruk av datalogger sammen med bevegelsesensor og fotocelle. For andre årskurs finner vi ingen henvisning til bruk av spesielle IKT-verktøy.

Bøkene inneholder flere titalls henvisninger til RSTnett - hovedsaklig til animasjoner som utfyller den teoretiske gjennomgangen av stoffet.

Studiebøkene har samme inndeling i kapitler som grunnbøkene og består av hhv. 200 og 220 sider. Innholdet er gruppert i tre hoveddeler: demonstrasjoner, laboratorieøvinger og oppgaver. Innledningen har en bolk med fokus på å bruke loggbok under arbeid på laboratoriet samt det å lage gode rapporter.

Alle forsøkene er angitt med en tilhørende utstyrsliste. Her finner vi mange henvisninger til bruk av datalogger koblet til forskjellige sensorer. Bevegelsesensorer og lysporter er mest referert men vi finner også forslag på å bruke elektronisk teller, trykksensor og lyssensor. Ut over dette finner vi bruk av tradisjonelle volt- og ampere-meter og oscilloskop.

«**ERGO**» er læreverket fra Aschehoug forlag (Callin et al. 2007; Callin et al. 2008).

Nettstedet til forlaget – *Lokus*⁴ – er passordbeskyttet og avgiftsbelagt (325 kr per fag per elev for skoleåret 2010/2011).

Hele studieboken ligger på nettsidene. Ellers inneholder sidene simuleringer, link til andre nettressurser, flervalgsoppgaver og løsninger til oppgaver.

Læresidene inneholder i tillegg forslag til årsplaner, løsninger på oppgaver, ferdig og halvferdig opplegg for presentasjoner fra bøkene.

Gjennom et forsøksprosjekt med Utdanningsdirektoratet er det lagt ut lydressurser (oversettelser) for minoritetsspråklige elever i fagene matematikk og naturfag. Vi antar dette kommer for fysikk også.

Grunnbøkene inneholder begge 10 kapitler og hhv. 384 og 328 sider. Også her finner vi noen henvisninger til bruk av datalogger med bevegelsesensor og fotocelle, spesielt for første årskurs. For andre årskurs er dataprogrammer for behandling av digital lyd mye brukt i forklaringene.

I tillegg inneholder grunnbøkene flere titalls henvisninger til nettsidene for simuleringer.

Studiebøkene har samme kapittelinnndeling som grunnboken og hhv. 208 og 248 sider. Innholdet er delt i hoveddelene forsøk, utfyllende teori / fordypningstoff og oppgaver / øvinger. Det finnes også en del eksamensoppgaver med løsningsforslag i boken.

Alle forsøkene er satt opp med en utstyrsliste og det henvises til bruk av datalogger med forskjellige sensorer som bevegelsesensor, fotocelle, lysport, kraftsensor og spole. I tillegg refereres det til bruk av multimeter og oscilloskop. Lyd-kapitlet lener seg i stor grad på bruk av dataprogrammer for redigering av lyd.

Oppsummering

Som Halsan viser (2009) er det klare skiller mellom de to læreverkene både når det gjelder den generelle tilnærmingen til faget, måten stoffet formidles på og hvilke emner som vektlegges mer enn andre. Ergo inneholder flere sider og flere oppgaver og «bringer

4 <http://www.lokus.no>

2 Bakgrunn

fysikken ned på jorda» mens RST «løfter fysikken til et mer filosofisk plan».

Når det gjelder vårt fokus i denne sammenhengen som går på bruk av IKT-verktøy er ikke forskjellene så store. Begge læreverkene henviser til datalogger med forskjellige sensorer. RST bruker dette i litt større grad enn Ergo. Ergo på sin side har bredere dekning av digital lyd vha. dataprogram for behandling av lydfiler.

Smarttelefoner er ikke nevnt i noen av læreverkene.

2.1.3 IKT-verktøy brukt i fysikkfaget

Som foregående kapittel viser er bruken av IKT-verktøy i fysikkfaget todelt. Den grunnleggende delen er likt for omtrent alle fag og går på bruk av datamaskin for å hente informasjon, produsere eget materiale (tekst, bilde, lyd, film) og presentere dette. Den andre delen som er mer spesifikt for fysikkfaget går på bruk av dataloggere med forskjellige sensorer samt bruk av noen spesielle dataprogrammer for håndtering av lyd.

Danielsen viser i sin undersøkelse (2008) at så mange som én av ti fysikklærere ikke bruker dataloggere i undervisningen. Hovedforklaringen er at det krever for mye arbeid med tilrettelegging samt at det er for mange tekniske problemer med utstyret. Samme undersøkelse viser at tilgang på utstyr for flertallet skoler ligger mellom 1 og 6 sett. Når det gjelder type loggere som er i bruk ligger Pasco klart i tet med to tredjedeler av markedet.

Hvor henter så lærerne sine forsøk fra? Som vi har vist ligger det mange forsøk beskrevet i læreverkene. Leverandører som Pasco har også en del ferdige opplegg for konkrete forsøk. Danielsen (2008) viser at lærerne benytter flere kilder for sine forsøk der læreverkene (både bok og nettsted) er desidert største kilde.

Vi skal nå se nærmere på dataloggere for bruk i fysikkfaget.

2.1.4 Bruk av dataloggere

Dataloggere ble introdusert for fullt i læreplanen for fysikkfaget gjennom Reform94 (Utdanningsdirektoratet 1994). Den gangen ble det satt av øremerkede midler til innkjøp av digitale hjelpemidler spesifiser ved dataloggere og til innkjøp av PC utstyr (Olsen 2006).

Norsk Fysikklærerforening gjennomførte i 2006 en undersøkelse (Olsen 2006) som viser at det etter Reform94 har vært varierende satsning innen dette området fra skole til skole. Mange skoler har derfor gammelt utstyr og behovet for oppgradering og etterutdanning av lærerne er stor.

I følge Angell (2011) er det flere fordeler ved bruk av dataloggere i fysikkfaget. Målingene kan automatiseres slik at man får mer effektiv gjennomføring av forsøk med rask datainnsamling. Kvaliteten på data er bedre og oppdateringsfrekvensen kan være høy slik at raske endringer i datastrømmer lettere kan fanges opp (eks slippe magnet gjennom en spole). Utstyret gir mulighet for å se endringer i sanntid, eller man kan bearbeide data og studere endringer ved hjelp av grafiske fremstillinger som visualiserer data. Data kan også lettere deles med andre. Dessuten fremhever slikt utstyr naturfagene som moderne fag og de bidrar til å øke elevenes generelle IKT-kompetanse.

2 Bakgrunn

Alle disse punktene støttes av Danielsen (2008) som også tar med at utstyret kan benyttes til målinger som tar svært lang tid da loggerene kan stå og gå over natten eller helgen. Dessuten gir utstyret lettere mulighet for å synkronisere input fra forskjellige kilder. Han nevner også som en positiv effekt at elevene ofte slipper å regne og tegne selv slik at de kan fokusere mer på å tolke og forstå resultatene.

Som nevnt har én leverandør 2/3 av dette markedet og vi skal nå se litt nærmere på utstyret fra Pasco.

PASCO er et selskap basert i California, USA med mer enn 20 års erfaring fra utvikling av dataloggere til bruk i skolen (Pasco 2011). De har hatt flere modeller opp gjennom årene men fokuserer i dag på følgende modeller:

- *SPARK SLS* er tredje generasjons datalogger fra Pasco og den nyeste modellen (se bilde under). Spark har fingertrykkfølsom fargeskjerm som kan vise måledata i form av grafer og tabeller. Den kommer med 2 innebygde sensorer (temperatur og spenning) og har mulighet for å koble til 2 eksterne sensorer. Overføring av data for etterbehandling på datamaskin gjøres ved å koble til en minnepinne i en av de 2 USB portene. Man kan også koble til en USB printer for å skrive ut skjermbilder fra instrumentet. Menyer og hjelpesider finnes på flere språk inkl. norsk. Det eksisterer over 60 ferdig oppsatte forsøk og i tillegg kan man konstruere egne forsøk. På bildet til høyre ser vi en demonstrasjon der to eksterne sensorer er koblet til: en for spenning og strøm samt en værsensor med vindmåler. Prisen per mai 2011 er kr. 3650 + mva.



Illustrasjon 1: Pasco SPARK SLS datalogger (eget foto)

2 Bakgrunn

- *Xplorer GLX* tilhører andre generasjons dataloggere fra Pasco og er den mest brukte modellen i skolen. *Xplorer* er også portabel og kommer med 4 innebygde sensorer: lyd, 2 stk. temperatursensorer og en spenningsensor. I tillegg kan man koble til hele 4 eksterne sensorer. LCD skjermen har ikke farge men kan vise data i form av grafer og tabeller. Betjeningen av apparatet skjer gjennom et tastatur som vist på bildet. Eksport av data for etterbehandling på PC skjer ved å lagre filer til en USB minnepenn. Den har også støtte for utskrift av skjermbilder til USB printer. Prisen i Norge er helt lik prisen for SPARK SLS.



Illustrasjon 2: Pasco *Xplorer GLX* datalogger (Pasco 2011)

- *Xplorer* er en enklere variant av storebror *GLX*. Skjermen består av 2 linjer og den har mulighet for å koble til 1 sensor. Denne modellen kan kobles direkte til datamaskinen for enten å se resultatet i sanntid eller for etterbehandling. Prisen er kr. 2000 + mva.
- *ScienceWorkshop* tilhører første generasjon dataloggere fra Pasco. Den finnes i to forskjellige utgaver med litt forskjellig antall tilkoblingsporter. Den har hverken skjerm eller knapper. Dette er ganske enkelt et grensesnitt mellom sensorer og datamaskin. Prisen ligger på kr 3800 for versjonen med 5 innganger og 8400 for versjonen med 7 innganger. Det finnes også nyere versjoner med tilsvarende funksjonalitet kalt SPARKlink for 2 sensorer og USBlink for 1 sensor.

I tillegg til dette har Pasco en trådløs enhet – *AirLink2* - for tilkobling av 1 sensor og med et Bluetooth⁵-grensesnitt som kan brukes til å koble opp mot datamaskin eller iPhone. Litt mer om denne enheten lenger nede.

Programvare er en viktig del av dette utstyret. De nye modellene leveres med et gratis program kalt *DataStudio Lite*. I praksis er det naturlig å kjøpe lisens til programmet *SPARKvue*. Her setter man opp egne forsøk eller importerer et ferdig definert oppsett. Måledata kan etterbehandles og presenteres på forskjellige måter. Det inneholder også støtte for produksjon av elektronisk journal som er tenkt brukt til labrapporter eller presentasjoner.

SPARKvue inneholder fullversjonen av *DataStudio* som er det opprinnelige programmet for etterbehandling av data fra loggerene.

I tillegg tilbyr Pasco programmet *WAVEport* for bearbeiding av digital lyd, samt en rekke programmer som inneholder simuleringer og visualisering av relevante emner.

Når det gjelder tilgjengelige sensorer finnes det mer enn 70 forskjellige typer. Disse dekker fagene fysikk, biologi og kjemi. For fysikk er det mange relevante sensorer som f.eks. temperaturmålinger med IR, trykkmålere, GPS, spenning og strøm, lyd, lys, magnetfelt, akselerasjon, kraft og bevegelse. Prisen per sensor varierer fra 1000 til 5000 kroner + mva.

5 Radioprotokoll for trådløs overføring av data mellom forskjellig type utstyr.

2 Bakgrunn

SPARKvue kom i 2011 ut med en enkel iPhone-versjon som er gratis. Denne appen kan enten benytte det innebygde akselerometeret i telefonen (ingen støtte for gyroskop) eller man kan koble til 1 ekstern sensor vha. AirLink2 over en Bluetooth-forbindelse. Programmet presenterer data som grafer, store talldisplay, speedometer eller statistiske tabeller. Man kan i tillegg legge inn egne notater til forsøkene, sende måledata med epost og regne ut en del statistiske verdier som minimum, maksimum, gjennomsnitt og standardavvik.

Produktet bærer preg av fortsatt å være under utvikling da det bl.a. mangler kalibrering og/eller filtrering av rådata fra akselerometeret. Forsøk vi har gjort med telefonen liggende helt i ro viser målinger jevnt over 10 m/s/s dvs. et avvik på 0,2 m/s/s. Det er likevel interessant å se at en så stor leverandør interesserer seg for smarttelefoner og det blir spennende å følge denne utviklingen videre.

2.1.5 Andre verktøy brukt i fysikkfaget

Som nevnt tidligere er PC med tilhørende office-programmer⁶ mye brukt i de fleste fag, fysikk inkludert. Regnearkprogrammer er kanskje ekstra relevant i fysikk for presentasjon av data. Det finnes også egne makroer til MS Excel for modellering av kastbevegelser.

Internett er mye brukt også i fysikkfaget. Læreverkenes nettsider er allerede nevnt. I tillegg finnes andre sider og vi nevner spesielt et nettsted her – naturfag.no – som drives av Naturfagsenteret⁷. Nettstedet er beregnet for lærere som underviser i naturfagene og det inneholder mange ressurser for bl.a. fysikkfaget som undervisningsopplegg, forsøk, aktiviteter, info om kurs og konferanser og lab-arbeid. Så vidt vi kan bedømme er dette et levende nettsted som inneholder dagsaktuelle nyheter.

På Internett finner man et utall store og små dataprogrammer for simuleringer og animasjoner av fysiske emner. Problemet med Internett er kanskje å finne frem til de gode ressursene i den store mengden med data. Her bidrar nettstedene vi allerede har nevnt men da er det viktig at f.eks. link-samlinger blir holdt ved like.

Den moderne fysikken som kvantefysikk er spesielt egnet for bruke av animasjoner og filmer da dette naturlig nok er vanskelig å demonstrere på egen lab.

Av spesielle dataprogrammer nevner vi noen som går igjen på forskjellige lister:

- GeoGebra: Dette er et gratisprogram som bl.a. kan brukes til å tegne grafer ut fra en gitt formel og der parametre som f.eks. konstanter kan varieres.
- Zelscope: Et gratis Windows-program som inneholder et digitalt oscilloskop og spektrum analysator.
- Andre lydprogrammer: Sampling av lyd til digitalt format er nå et eget emne i faget. Her finnes det også en del gratisprogrammer for behandling av digitale lydfiler hvor man f.eks. kan se på varierende grad av komprimering og tap av informasjon i den forbindelse.

⁶ Tekstbehandler, regneark, presentasjonsverktøy m.m.

⁷ Nasjonalt senter for naturfag i opplæringen. Etablert i 2003 ved Universitetet i Oslo etter initiativ fra Utdannings- og Forskningsdepartementet som et ledd i strategien for styrking av realfagene.

2 Bakgrunn

I tillegg brukes PC til etterbehandling av data fra dataloggere som beskrevet i forrige kapittel.

Når det gjelder analogt utstyr er det mye gammelt og kjent utstyr som fortsatt er i bruk. Dette utstyret har fortsatt sin rolle i faget da poenget er å bruke det utstyret som enklest og best demonstrerer det man vil vise.

KPT Komet er hovedleverandør av utstyr til naturfagene i den norske skolen (KPT Komet 2011). Dette er en sammenslåing av KPT Naturfag og Komet Naturfag og de dekker både grunnskole, videregående skole og høyskole. For fysikkfaget tilbyr de en lang rekke artikler som spenner seg fra vekter med lodd, via analoge kraftmålere, luftputebane med utstyr, lysporter med kobling til klokke, bølgemaskin, prismer, multimeter, kuler til fjærer og magneter. Dette er utstyr som brukes aktivt i faget.

2.2 Eksisterende systemer

Vi skal nå se på annen forskning innenfor området for vårt prosjekt. Dette kapitlet blir kort da vi rett og slett ikke har funnet andre som jobber spesifikt med samme tema som oss. Som vi skal se i dette kapitlet finner vi forskning på bruk av smarttelefoner i undervisningen og vi finner forskning på bruk av bevegelsesensorer i en læresammenheng. Men vi finner ingen som kombinerer dette.

2.2.1 Bruk av smarttelefoner til læring

Forskning innen området mobil læring har gått fra å være et smalt og lite fokusert forskningsfelt til å bli et stort og viktig område de siste 10 årene (Sharples et al. 2009). Et stort antall prosjekter viser hvordan mobil teknologi gir nye muligheter for læring ut over den tradisjonelle klasseromsundervisningen.

Hva mener vi så med begrepet «mobil læring»? Hvis vi tar utgangspunkt i Foreman og Zahorjan (1994) kan vi se på dette begrepet som læring som foregår der involverte personer er *mobile*, både i tid og sted. Videre benyttes læremidler – spesifikt smarttelefoner – som er *portable*, med de fordeler og ulemper det innebærer. Til slutt er tilkoblingen til nettet basert på *trådløs kommunikasjon* noe som krever at løsninger som brukes tar høyde for disse utfordringene.

Man kan også se på mobil læring - mLearning - som en naturlig fortsettelse av eLearning. Naturlig på grunn av utbredelsen mobile enheter i samfunnet. Personer involvert i læreprosessen har disse enhetene med seg av andre og private årsaker og da kan de også trekkes inn i læringsprosessen (DeGani et al. 2010).

Sharples et al. (2009) har en litt smalere definisjon der de sier at forskning innen mobil læring betyr å studere hvordan mobilitet for de involverte, utvidet eller støttet med offentlig og personlig teknologi kan bidra til prosesser der man får ny kunnskap eller erfaring.

Et gjennomgående poeng uansett definisjon er at teknologien ikke må bli målet men et middel eller verktøy som bidrar til læringsprosesser som tidligere ikke kunne oppstått. Eventuelt at teknologien gir en verdiøkning til eksisterende læreprosesser.

2 Bakgrunn

Vi tar nå med noen eksempler på forskningsområder innen mobil læring for å vise litt av mangfoldet innenfor dette feltet.

Forskning innen området *Wearable Computers*⁸ har etterhvert tatt inn smarttelefoner som datamaskinene i sine systemer og fokuserer nå mer på tilkobling av forskjellige sensorer og protokoller for disse (Amft og Lukowicz 2009).

Forskningsfeltet *Context Aware Computing* bidrar til viktige områder for mobil læring. Her ser man på hvordan personer, datamaskiner og applikasjoner endrer karakter og funksjon ut fra kontekst⁹ (Dey og Abowd 2000). Dette er relevant for mobil læring ved at smarttelefonene er elevenes personlige eiendel og den skal derfor støtte funksjoner både på fritiden og i en læresammenheng. Andre eksempler er bruk av sosiale medier for informasjonsdeling innen et fag på skolen der samme løsning også benyttes blant venner og familie på fritiden. Konkrete eksempler er mobile løsninger brukt som informasjonssystemer i forbindelse med besøk på museer og kunstgallerier. I England har man gjennomført storskala forsøk med skoleklasser og 3 forskjellige museer (Sharples et al. 2009) mens i Trondheim har man tatt frem et eget rammeverk – Nidaros – for å støtte slike løsninger (Wang et al. 2005). En demonstrasjon av en løsning for Nidarosdomen ble betegnet som en suksess ved at utstyret som er nødvendig i høyeste grad er portabelt (gjerne smarttelefoner) og at informasjon er direkte relatert til hvor brukeren befinner seg. Dessuten støttes flere forskjellige mediatyper avhengig av kontekst.

Også innen *videospill* finner vi kobling mot mobil læring. Såkalte seriøse spill har opplæring eller trening som et viktig mål, enten i stedet for eller i tillegg til en underholdningseffekt (Zyda 2005). Militære institusjoner er store aktører på dette området med også universiteter som University of Southern California har dette som satsningsområde. Der dette kobles sammen med mobile spill oppstår et interessant skjæringspunkt som er relevant oss. Schwabe og Göth (2005) viser med sin prototype – *MobileGame* – at potensialet for positive bidrag til læringseffekten er stort men at det ennå gjenstår forskning før sikre konklusjoner kan trekkes. De opplevde også utfordringer med teknikken i forhold til begrensninger på brukergrensesnitt og nøyaktighet på posisjonering. Mobile spill tatt inn i undervisningen er også demonstrert av Wang et al. (2008) gjennom deres *Lecture Quiz*. Dette er et spillkonsept der studentene deltar i en spørrelek ledet av foreleser hvor spørsmålene er relatert til teorien i faget. Målet er naturlig nok å teste studentenes kunnskap, noe som gir en verdifull tilbakemelding til foreleser. Like viktig er det å motivere og engasjere studentene for derigjennom å skape bedre forutsetninger for læringen. Et viktig moment er at studentene skal benytte eksisterende utstyr som gjerne kan være smarttelefoner, og eksisterende infrastruktur som WiFi nettverket. Studentene mener selv dette gir øket læringseffekt og at motivasjonen for å være aktive på forelesninger øker. Dessuten er det betegnet som en morsom måte å lære på noe som i seg selv må anses som et viktig moment.

Av andre forskningsfelt vi kan nevne er *Virtual Learning Enviroments* (Naismith et al. 2004) som ser på deling av innhold, organisering av lærerressurser, elevoppgaver og besvarelser i virtuelle miljøer. Dette er gjerne realisert i form av blogger eller wiki-sider på Internett.

8 Små datamaskiner sydd inn i klær, lagt inn i klokker, display i briller osv.

9 F.eks. lokalisering, tidspunkt, brukers identitet eller brukers emosjonelle status.

2 Bakgrunn

Videre har vi det som kalles *Just In Time training* som enkelt forklart kan være at man søker opp informasjon om et gitt emne med smarttelefonen sin når behovet oppstår. Sosial læring (collaborative learning) og utvidet virkelighet (enhanced reality) er andre forskningsområder som går inn på mobil læring (Naismith et al. 2004).

Cochrane og Bateman (2010) ser på pedagogiske muligheter smarttelefoner gir innen området *Mobile Web 2.0* applikasjoner¹⁰. De sier at suksess krever at verktøyet som benyttes må være brukernes egne smarttelefoner. Dessuten vil det kreve et paradigmeskifte blant lærere og forelesere da denne gruppen sjelden er pådrivere for introduksjon av slike løsninger samt at alle de involverte har behov for opplæring og trening innen disse løsningene for at effekten skal være god.

Bruk av smarttelefoner som notatverktøy i forbindelse med undervisning undersøkes i flere prosjekter. Reilly og Shen (2011) ser spesielt på dette i et forsøk på å skape mer aktivitet og engasjement for studenter under tradisjonell klasseromsundervisning. De benytter en løsning som heter *GroupNotes* som inneholder applikasjoner som kjører på elevenes smarttelefoner, en klient som kjører på lærerens PC og en server. Løsningen kan brukes av en og en student eller i fellesskap og støtter interaktiv skiving, analyse, kommentarer og spørsmål i forbindelse med notater. Forsøk på universiteter viser at slike løsninger kan bidra til større engasjement blant studentene, det er motiverende og morsomt og læringsprosessen forbedres.

NTNU gjennomfører et forsøk som inngår i et større prosjekt i regi av Sør-Trøndelag Fylkeskommune (FramsIKT 2011) som ser på hvordan teknologi kan bidra til bedre læring gjennom økt motivasjon, bedre utbytte for elevene og en mer spennende skolehverdag. Et delprosjekt består av utprøving av iPad som pedagogisk verktøy i en klasse på Thora Storm videregående skole. Elever og lærere får hver sin iPad som skal brukes i det pedagogiske arbeidet både i form av digital pensumlitteratur og administrative oppgaver. Foreløbige observasjoner viser at elevene leser mer i lærebøkene når de ligger på lesebrettet, de finner lettere stoff ved å søke elektronisk i bøkene, iPad er ikke oppfattet som en tidstyv av lærerne som tvert i mot mener elevene nå kommer mer forberedt i timene enn tidligere.

Universitetet i Oslo gjennomfører et forsøk der 40 studenter ved et masteremne i geologi får hver sin iPad med hele pensum lagt inn som e-bøker (Evenstuen et al. 2010). I tillegg er det lagt opp til å bruke iPad for notater og editering av pensumlitteraturen. Målet er å se når, hvor og hvordan studentene bruker denne teknologien og om det gir noen bedring i læringseffekten.

Som siste eksempel på forskningsområder innen mobil læring tar vi med pod-casting¹¹ av forelesninger. Dette bidrar til at studenter og elever kan gå inn i læringsmodus utenfor skolens tradisjonelle klasserom. Flere høgskoler og universiteter i Norge har egne kanaler på iTunes U¹². NTNU har f.eks. lagt ut flere hundre forelesninger fra noen titalls fag som er fritt tilgjengelig for nedlasting.

10 Sosiale medier på web som f.eks. blogger, wiki-sider, løsninger for videodeling osv.

11 Publisering av lyd og film på Internett.

12 Et eget område på iTunes for undervisningsrelatert innhold.

2 Bakgrunn

Oppsummering

Sharples et al. (2009) konkluderer med at ti års forskning innen området mobil læring ikke har fremskaffet én enkelt «killer applikasjon» men mange lovende scenarier er tatt frem. Forskningen har også bidratt til en generell debatt om læring der man på den ene siden har det gamle (rigide) systemet hvor alle deltagere og rammer er fastlåst (lærer, elever, klasserom, pensum, øvinger) mens man på den andre ytterligheten har helt åpene rammer med tanke på tid, sted og innhold.

2.2.2 Bruk av bevegelsesensorer til læring

Bruk av bevegelsesensorer koblet til dataloggere er godt innarbeidet i den norske skolen som vi allerede har beskrevet tidligere i dette kapitlet. Den pedagogiske nytteverdien av å benytte det som i litteraturen kalles Microcomputer Based Laboratory (MBL) er godt dokumentert.

Sokoloff et al. (2007) viser at bruk av deres læreplan for dataverktøy på fysikklaboratoriet – *RealTime Physics* – dramatisk øker studenters forståelse av f.eks. Newtons lover.

Lo Cicero (2008) viser et eksperiment der bevegelsesensorer med stor suksess brukes for å bedre forståelsen av bevegelser representert som grafer i et kartesisk koordinatsystem.

Bernhard (2003) viser også at MBL er en effektiv metode for å bedre studenters oppfatning av mekanikk men understreker at effekten er minimal hvis dette innføres bare som en teknikk. Stor effekt oppnås først når dette brukes som et verktøy innarbeidet i et pedagogisk opplegg og foreslår bl.a. at studentene kan prøve å forutse resultatene før forsøk gjennomføres og at man må diskutere resultatet etterpå.

Også innenfor kunstneriske fag foregår det forskning på bruk av bevegelsesensorer. Kia (2009) beskriver prosjektet *i-Maestro* der bevegelsesensorer sammen med lyd- og filmopptak benyttes for å dokumentere og analysere instrumentspill. Løsningen kan også benyttes i sanntid og selv om det er et pågående prosjekt antas det å ha gode læringseffekter for studentene.

Et tilsvarende prosjekt (Grosshauser og Hermann 2009) tar frem en prototype – *Sonification* – som støtter fiolinister i sanntid under læreprosessen der både akselerometer og gyroskop gir viktige input-data. De håper å kunne vise at dette bidrar til bedre pedagogikk for innlæring og bedre forståelse for metoder brukt under øving. Systemet skal etterhvert overføres til andre instrumenter.

Innen dans har bevegelsesensorer lenge vært benyttet som en av flere input-metoder for analyse av bevegelser (Camurri et al. 1999; Gray 1989). Tilsvarende løsninger for å analysere bevegelser ved hjelp av bevegelsesensorer kjenner vi også fra idretter der innlæring av teknikk er avgjørende for resultatet.

Seriøse spill ble nevnt som et forskningsområdet for læring i forrige avsnitt. Med introduksjonen av spillkontrollere med innebygde bevegelsesensorer vil dette være et område med et utvidet og antatt stort potensiale.

Innenfor feltet kunstig intelligens (AI) har bevegelsesensorer lenge være brukt. Ett eksempel er fjernstyring av roboter (Nehmzow et al. 1992) mens Pogorelc og Gams (2010)

2 Bakgrunn

viser at bruk av bevegelsesensorer gir data for analyse av gange som igjen kan avdekke skader og sykdommer.

Oppsummering

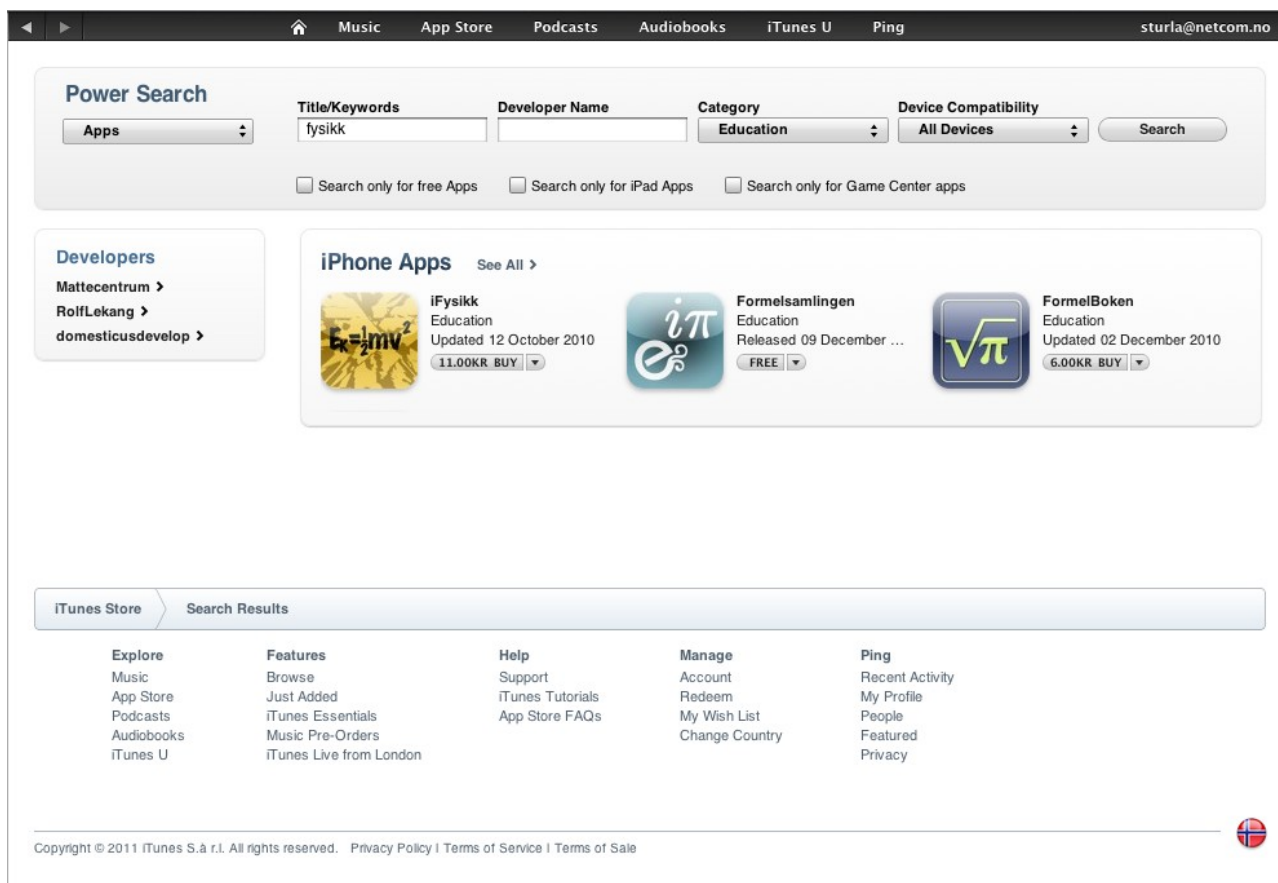
Vi har nå vist eksempler på områder der metoder for læring og trening benytter data fra bevegelsesensorer. I neste kapittel skal vi se litt nærmere på hva som finnes av apper for iPhone til bruk i en pedagogisk sammenheng.

2.2.3 Eksisterende iPhone-apper

Vi har undersøkt eksisterende iPhone-apper som kan brukes i fysikkfaget. All distribusjon av apper til iOS skjer gjennom Apples App Store så det er denne databasen vi har undersøkt. Det kan eksistere andre apper i form av såkalte In-house apper (Apple tillater at man sprer inntil 100 slike uten å gå gjennom AppStore) men det anses som lite sannsynlig at pedagogisk programvare opptre i en slik sammenheng. Dessuten finnes så vidt vi vet ingen oversikt over slike apper.

App Store er katalogisert på et overordnet nivå hvor vi finner f.eks. Games, App for Kids, Sports, Travel, New, Music osv. Under kategorien «Education» ligger det per januar 2011 hele 17424 apper for salg og 6083 apper for gratis nedlasting. En annen aktuell kategori «Reference» inneholder hhv. 8197 og 3061 apper. En tredje mulig kategori «Utilities» inneholder hhv. 10482 og 7374 apper.

Det er ved søk i disse kategoriene vi håper å finne apper som er av interesse.



Illustrasjon 3: Søkemuligheter i iTunes (egen skjermprint)

2 Bakgrunn

App Store har en egen funksjon for avansert søk som de kaller «Power Search» (se illustrasjon over). Søk etter apper med tittel/kodeord «fysikk» for alle kategorier gir 4 treff. Alle fire er rene formelsamlinger.

Søk på apper med tittel eller nøkkelord «physics», kategori «Education» og apparat «iPhone» gir noen hundre treff. Mange av treffene tilhører imidlertid andre kategorier som f.eks. «Games» og «Entertainment». En rask sjekk av resultatene viser at det også her er mye fokus på formelsamlinger. I tillegg finnes det mange programmer for å tegne grafer ut fra formler.

Vi erfarer at søkemotoren i iTunes ikke er god nok til vårt formål. Et søk på diverse diskusjonsforum på Internett bekrefter dette inntrykket. Det finnes imidlertid flere alternative søkemotorer. Mange av disse er relativt enkle men noen, bl.a. uQuery¹³ tilbyr funksjonalitet for filtrering av trefflisten. Her legger man inn ett eller flere søkeord og får opp en treffliste som inneholder snippets¹⁴. Trefflisten kan filtreres på parametre som pris, rating, kategori og hvor gammel appen er. Negative søkeord fungerer også noe som er nyttig for å ekskludere f.eks. spill. Fullstendig filtrering på kategori fungerer fortsatt ikke. For eksempel vil filtrering på «Education» kunne gi mange resultater fra «Games» i trefflisten. Vi konkluderer med at dette skyldes at én app lagres under mer enn én kategori i App Store sin database. Wildcard - * - i søkeord fungerer imidlertid, noe som er viktig og bra.

Følgende er et eksempel på en søkestreng i uQuery som gir et brukbart resultat:

```
http://www.uquery.com/search?category_id=3&page=1&q=physics#  
+-formula*+-quiz*+-graph*+-game*+-therap*+-medic*+calculator*
```

Resultater

Med over 450 000 apper på App Store kombinert med klare begrensninger i søkemulighetene kan ikke dette anses som en komplett oversikt. Her kommer en oppsummering av det vi har funnet.

Applikasjoner som benytter bevegelsesensorene logger gjerne telefonens bevegelser som visualiseres i en graf. Vi finner også apper som omhandler astronomi f.eks. ved å simulere stjernehimmelen ut fra telefonens geografiske posisjon (GPS) kombinert med telefonens stilling i forhold til himmelen (gyroskop og akselerometer). Videre finner vi apper hvor telefonens bevegelser styrer pendelbevegelser som skal demonstrere varianter av kaosteori, kjemiske reaksjoner eller fraktalteori. Puslespill for små barn kan benytte telefonens bevegelser for å plassere brikkene mens andre apper simulerer jordskjelv ut fra risting av telefonen. Bruk av telefonen som styreenhet for spill er mye brukt bl.a. i diverse flyapper for testing og opplæring. Videre ser vi apper som bruker sensorene til å måle høyde, bredde, lengde, avstand og vinkler. Eller treningsapplikasjoner som teller skritt, antall sit-ups m.m.

Hvis vi ser på apper for skolefaget fysikk finner vi mange tekstbaserte apper som inneholder bl.a. vokabular, konstanter, ligninger og pensum. Det finnes også mange kunnskapstester beregnet på forskjellige eksamener fra skole og universitet. Likeledes finner vi apper som inneholder videoer som demonstrerer fysiske tema og forskjellige

¹³ [Http://www.uquery.com/](http://www.uquery.com/)

¹⁴ Et kort sammendrag av innholdet for å gi mer informasjon enn bare tittel.

2 Bakgrunn

kalkulatorer spesiallaget for fysiske emner.

Simuleringer er også godt representert. Flere viser gravitasjon og dens innvirkning på solsystemet. Eller animasjon av en tur i berg- og dalbanen der akselerasjon, G-krefter og andre sammenhenger forklares. I denne kategorien finner vi også rene fysikkforsøk der alle nødvendige parametre angis manuelt som input til appen. Eksempler på dette er diverse pendelbevegelser, fjærtrekk og baller som kolliderer.

Oppsummering

App Store inneholder en stor og uoversiktlig samling av apper. Det er vanskelig å finne frem og søkemotorene som eksisterer har begrenset funksjonalitet.

Vi finner mange apper beregnet på skolefag - fysikk inkludert. Funksjonaliteten for disse er så langt vi har erfart av typen dataprogrammer for datamaskin portert til iPhone.

Vi finner også mange apper som benytter data fra bevegelsesensorene som input. Dette er ofte spill eller annen underholdning.

Vi har ikke funnet noen app som kombinerer bruk av bevegelsesensorene og skolefaget fysikk.

2.3 iPhone

Vi har valgt å bruke smarttelefonen iPhone 4 i dette prosjektet. Et viktig kriterium for dette valget er de innebygde sensorene for bevegelse; både akselerometer som har vært tilstede i alle modeller og gyroskop som ble introdusert i versjon 4.

Dette kommer i tillegg til andre kriterier. For eksempel har iPhone raskt opparbeidet seg en markedsposisjon og popularitet som gjør at det vil være den foretrukne smarttelefonen for mange ungdommer. I tillegg har vi vist i et tidligere prosjekt (Sandvei, upublisert) at produksjon av apper til iPhone er en morsom, rask og interessant oppgave.

Per i dag finnes det 4 forskjellige utgaver av iPhone fra den første som ble lansert i 2007, via iPhone 3G fra 2008 og iPhone 3GS i 2009 til dagens modell iPhone 4 som ble lansert sommeren 2010. Ved hver lansering er operativsystemet oppdatert i tillegg til andre forbedringer som f.eks. kraftigere prosessor, mere minne, bedre batterikapasitet og skjerm. I tillegg er det introdusert nye muligheter som f.eks. flere kamera, nye sensorer og støtte for nye protokoller og dataformater.

I dette kapitlet går vi kort gjennom iPhone 4 sin oppbygning, hvilke verktøy som finnes for utvikling og en kort sammenligning med andre aktuelle smarttelefoner.



Illustrasjon 4: iPhone 4 (bilde fra apple.com)

2 Bakgrunn

2.3.1 Hardvare

De fysiske målene til iPhone 4 er angitt i figuren til høyre og vekten er 137 gram (Apple 2011a).

Telefonen er utstyrt med en Apple A4 hovedprosessor (ARM Cortex-A8) i tillegg til en grafikkprosessor (PowerVR SGX535).

Den leveres med 512 MB DRAM og enten 16 MB eller 32 MB flash-minne.

Batteriet av typen lithium-ion skal håndtere 300 timer stand-by og opptil 14 timer taletid, noe som selvsagt er sterkt avhengig av nettverket man benytter og funksjoner som benyttes.

Vi finner 2 kamera, en LED blitslampe, 2 mikrofoner og 2 høyttalere på telefonen.

Det benyttes tredje generasjons type SIM-kort som kalles Micro-SIM.



Illustrasjon 5: Fysiske mål for iPhone (bilde fra apple.com)

Input-metoder

Skjermen er en 3.5-tommers LCD touch-skjerm i 3:2-format med en oppløsning på 960 * 640 pixler. Siden iPhone er uten tastatur er skjermen det viktigste input-verktøyet. Den har innebygd støtte for multi-touch funksjonalitet som gir mange forskjellige muligheter for å angi inn-data til apper; enkeltklikk (tap) og dobbeltklikk med én eller flere fingre, dra- og slipp-sekvenser med én eller flere fingre, mønster med flere fingre og kombinasjoner av alle disse mulighetene.

Mange apper gir i tillegg brukeren mulighet for å åpne et lite qwerty-tastatur på skjermen for å gi inn data.

Antall knapper på telefonen er holdt på et absolutt minimum. Som det går frem av figuren over har telefonen totalt 5 knapper: av/på-knapp, 2 volumknapper, knapp for stillemodus og en knapp for å gjøre valg i menyer eller gå tilbake til startposisjon (Home).

Man kan kobles til et hodesett med knapper for å styre lyd, besvare telefonanrop osv. I tillegg kan mikrofoner brukes som input til apper som benytter teknikker for talegjenkjenning.



Illustrasjon 6: Knapper på iPhone 4 (bilde fra apple.com)

2 Bakgrunn

Sensorer

Telefonen er utstyrt med flere sensorer. De mest relevante for denne oppgaven behandles i egne avsnitt under. I tillegg til disse finner vi blant annet en *avstandsensor* som skal sørge for at skjermen deaktiveres når telefonen holdes inntil hodet for å gjennomføre en samtale. Vi finner også en *lyssensor* for justering av blenderåpning og lukketid på kamerafunksjonen. Skjermen har også en lyssensor som justerer lysstyrke og skarphet på skjermbildet ut fra omgivelsene.

Output-metoder

Skjermen er naturlig nok hovedkomponenten for output til brukeren i tillegg til stereo høyttalere for telefonsamtaler og musikkavspilling.

Telefonen er designet slik at skjermen utgjør hele 2/3 av overflaten på forsiden og oppløsning er meget bra for denne type skjermer. Dette gir sammen med en egen grafikkprosessor gode og skarpe bilder både i 2D og 3D, i tillegg til støtte for video opp til 720p HD kvalitet.

Som de fleste telefoner på markedet har også iPhone støtte for vibrasjonsvarsling.

Viktige sensorer for posisjonering

Det innebygde magnetisk kompasset og GPS mottakeren er sensorer som er godt egnet for å posisjonere telefonen. Kompasset har noen svakheter ved at nøyaktigheten kan bli for grovkornet og det tar gjerne litt for lang tid å få oppdaterte måleverdier. Dette gjør at det ikke er egnet for bruk i apper som krever stor nøyaktighet og høy frekvens på oppdateringene.

GPS mottakere generelt har relativt lang oppstarttid men etter denne fasen leveres måleverdier raskt og nøyaktig. Problemer med GPS er at man raskt mister kontakt med satellitter i områder med høye bygninger og innendørs er det ofte ikke dekning i det hele tatt (Hazas et al. 2004). Dessuten bruker GPS mottakere mye batterikapasitet noe som kanskje er den største begrensningen for smarttelefoner (Forman og Zahorjan 1994).

Andre kjente metoder for posisjonering som f.eks. triangulering av radiosignal krever kjennskap til nettverkstopologi. Hvis denne informasjonen er tilgjengelig har iPhone støtte for mobilnett (2G og 3G), WiFi-tilkobling eller Bluetooth. Detaljert informasjon om radioparametre fra mobilnettet er imidlertid ikke tilgjengelig fra standard grensesnitt i programmeringskoden fra Apple så hvorvidt dette lar seg bruke i praksis er høyst usikkert.

2 Bakgrunn

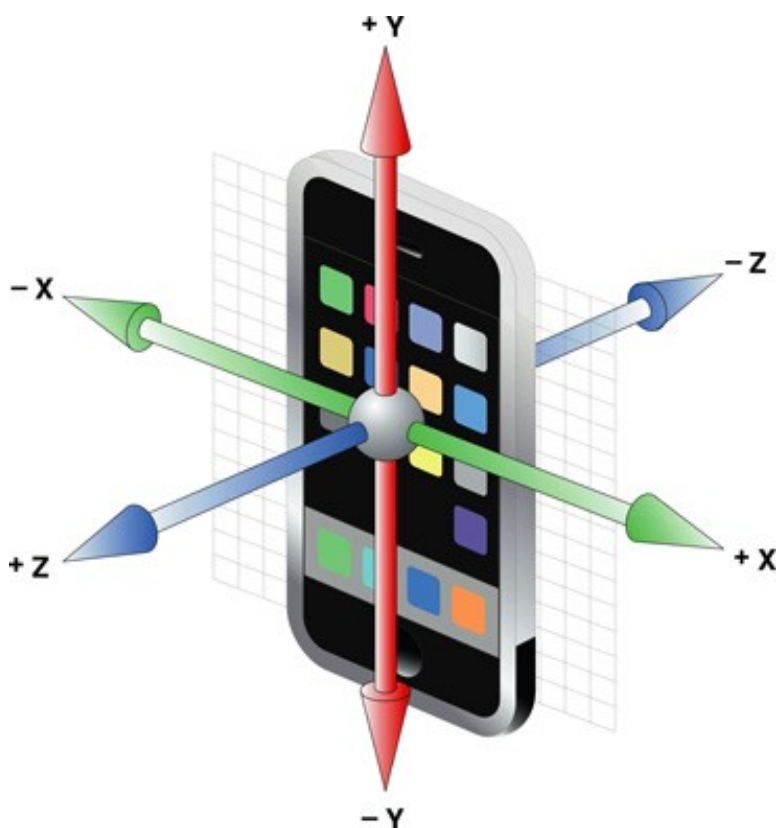
Viktige sensorer for bevegelse

Siden første versjon av iPhone har et innebygd *akselerometer* vært standard utstyr. Dette er en bevegelsesensor som registrerer akselerasjon langs tre akser. Apple har definert et kartesisk koordinatsystem der de tre aksene er fast i forhold til telefonen (se illustrasjon 7) slik at f.eks. Y-aksen alltid følger planet som skjermen ligger i og den er positiv i retning fra mikrofon mot høyttaler.

Apple var tidlig ute med å inkludere akselerometer som standard utstyr og i dag er dette fulgt opp av de fleste produsenter (Nasiri et al. 2009). Den mest kjente bruken er at skjermbildet skifter mellom portrettmodus og landskapsmodus ettersom telefonen bikkles over på høykant eller på siden. Andre apper er oppfattelse av bestemt risting av telefonen som kan brukes til å svare på innkommende anrop, hoppe til avspilling av neste sang osv. Skal man forsøke å bruke data fra denne sensoren til mer avanserte apper har det vist seg at nøyaktigheten blir for dårlig (Nasiri et al. 2009).

Akselerometeret måler som nevnt akselerasjon langs de tre aksene og for loddrett akselerasjon får vi ut summen av gravitasjonens akselerasjon og brukerpåført akselerasjon. Det finnes imidlertid ingen metode for å måle rotasjon rundt retningen på tyngdekraften slik at en telefon som ligger på et bord og snurres rundt vil ikke gi utsalg på noen av de 3 aksene. Apple har selv demonstrert forsøk på å hente data fra magnetometeret (Apple 2010) men dette blir både for tregt og for unøyaktig.

Sensorbrikken er oppdatert fra iPhone 3GS til iPhone 4 slik at datastrømmen fra sensoren er økt fra 8 til 12 bits. Dette gir forbedret nøyaktighet for måleresultatene og støy fra sensoren selv er redusert. Likevel er det fortsatt så mye unøyaktigheter at Apple anbefaler at man bruker lowpass-filter for å lese ut gravitasjonen og tilsvarende highpass-filter for å lese ut brukerakselerasjon. Dette gir betydelig bedring i datakvaliteten men vil også dra ned hastigheten på datastrømmen.

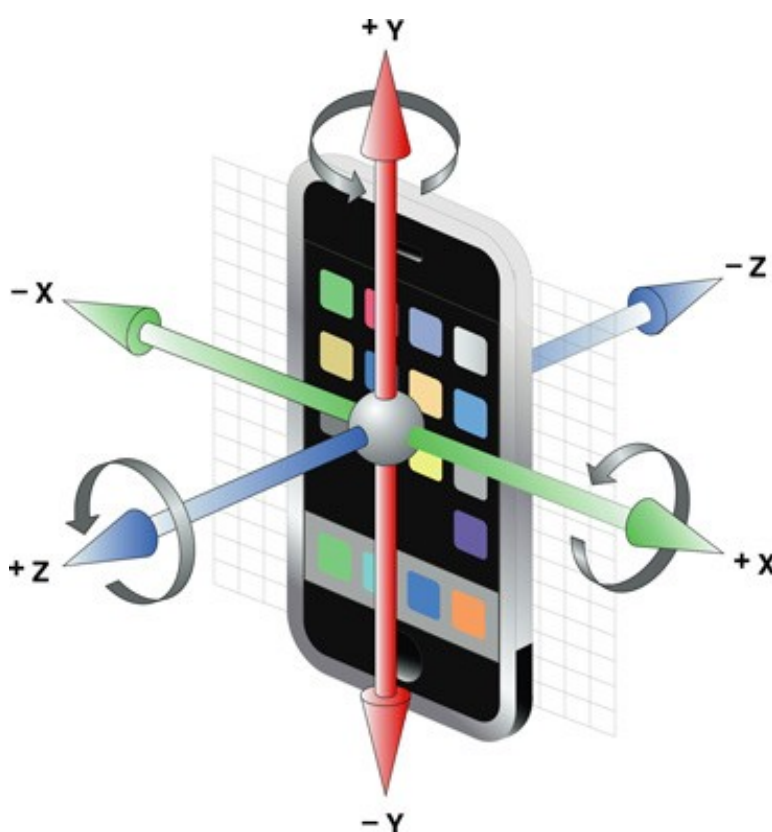


Illustrasjon 7: Koordinatsystemet for iPhone 4 (bilde fra apple.com)

2 Bakgrunn

Med iPhone 4 er disse problemene løst ved at man har inkludert et tre-akset *gyroskop*.

Denne sensoren registrerer rotasjonshastighet rundt de samme tre aksene (se illustrasjon til høre). Dette kan være nyttig i mange sammenhenger f.eks. ved bruk av telefonen som input-redskap til flyspill. Dessuten vil en kombinasjon av data fra akselerometer og gyroskop gi en mye mer nøyaktig og korrekt informasjon om telefonens bevegelser og posisjon. Dette har Apple tatt konsekvensen av og utviklet et eget rammeverk – DeviceMotion - som henter data fra begge sensorene uten at programmereren trenger å tenke på hva som kommer fra hva. De anbefaler ikke lenger å hente rådata direkte fra akselerometer eller gyroskop med mindre man må bygge inn støtte for tidligere telefonmodeller (akselerometer).



Illustrasjon 8: Gyroskopets funksjonsmåte (bilde fra apple.com)

En tilleggsfunksjon er at man kan få en konstant oppdatering av telefonens plassering i planet i forhold til en referanseposisjon. Dette kan brukes med stor nøyaktighet til f.eks. det nevnte eksemplet for styring av fly. Vi har vist tidligere at datakvaliteten fra DeviceMotion er meget god (Sandvei, upublisert).

2.3.2 Operativsystemet iOS

Apple benytter sitt eget lukkede operativsystem – iOS - på alle håndholdte enheter som iPod Touch, iPad og iPhone (Apple 2011b). Det opprinnelige navnet iPhone OS indikerer at det er iPhone som er pådriver for utviklingen av operativsystemet, og for hver nye iPhone som lanseres kommer iOS i en ny hovedrelease slik at vi i dag har iOS 4¹⁵ som gjeldende versjon. Tidligere modeller kan som oftest oppgrades med siste iOS men da med begrenset funksjonalitet f.eks. hvis noe hardware mangler. Oppgradering av iOS på telefonen skjer gjennom iTunes programmet på enten PC eller Mac. I og med at iOS er et lukket operativsystem kan det kjøres bare på Apples egne plattformer (Stav 2009).

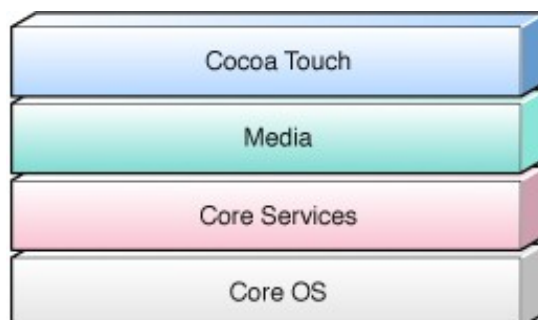
Utviklingen av iOS bygger på samme kjerne som vi finner i Mac OS X (Apple 2011b) med naturlige tilpasninger for å kunne kjøre på små mobile enheter: trådløs kommunikasjon, mobile brukere og små portable enheter (Forman et al. 1994). For eksempel vil både CPU, internminne og skjerm være betydelig mindre enn på en Mac og input-metodene er helt

¹⁵ iOS 4.3.3 er siste versjon tilgjengelig per mai 2011.

2 Bakgrunn

forskjellig da vi ikke har tastatur. Batterikapasiteten er også en betydelig faktor for mobile enheter noe operativsystemet må ta høyde for.

iOS utgjør grensesnittet mellom underliggende hardware og appen brukeren ser på skjermen. På overordnet nivå kan vi dele iOS i 4 lag (se illustrasjon 9). Applikasjonen ligger over disse lagene og har grensesnitt mot øverste lag og eventuelt lavere lag ved behov. Apple anbefaler at man benytter funksjonalitet på så høyt lag som mulig da dette vil være raskere og enklere for utvikleren. De 4 lagene har følgende egenskaper og hovedoppgaver (Apple 2011b):



Illustrasjon 9: 4-lags modell av iOS
(bilde fra apple.com)

- På øverste nivå finner vi *Cocoa Touch* som inneholder de viktigste og meste brukte bibliotekene for å produsere iOS apper. Her finner vi høynivå funksjoner som pakker inn detaljer og hardware-løsninger for programmereren som f.eks. opprettelse og kontroll med alle vinduer, views og kontrollere. Multitasking styres herfra og vi finner støtte for bl.a. epost, adressebok, kartapplikasjoner og utskrift.
- Neste lag er *Media* som inneholder støtte for mediatyper som lyd, bilder og video. Her finner vi bibliotekene som brukes for å realisere 2D- og 3D-animasjoner.
- *Core Services* inneholder systemfunksjoner alle apper benytter enten direkte eller gjennom metoder fra høyere lag. Bl.a. finner vi alt som har med nettverk å gjøre, filhåndtering, lokasjonsdata og XML- og SQL-løsninger.
- *Core OS* ligger på laveste nivå og inneholder systemkjernen, drivere og støtte for grunnleggende fysiske grensesnitt. Filsystemet ligger på dette laget og vi finner funksjoner som kan håndtere tunge matematiske beregninger, minne og prosesser. Applikasjoner benytter normalt ikke funksjoner fra dette laget direkte med mindre det kreves detaljhåndtering av tilkobling mot andre fysiske enheter.

Minnehåndtering er viktig i apper for iOS. Både fordi minne er en sterkt begrenset ressurs på håndholdte enheter men også fordi iOS ikke har innebygd noen funksjoner for *Garbage Collection*¹⁶. Det betyr at appene selv er ansvarlig for å bruke minne på en best mulig måte gjennom f.eks. alltid å frigi minne som ikke lenger er i bruk.

Event-håndtering i iOS

Eventer eller hendelser er relatert til aktiviteter utført av brukeren som medfører at en hardware-enhet sender rådata til systemet sitt bibliotek. Dette vil pakke inn data og levere det videre som et dataobjekt til appen. Slike hendelser kan deles i fire hovedgrupper (Apple 2011c):

- *Lokasjonseventer* gjør bruk av data fra GPS, kompass, WiFi og GSM/UMTS-nettet. Applikasjoner kan bruke denne informasjonen til å bestemme brukerens geografiske lokasjon og i hvilken himmelretning telefonen peker.

¹⁶ Automatisk håndtering av minne som bl.a. inkluderer opprydding av allokert minne som ikke lenger er i bruk.

2 Bakgrunn

- *Touch eventer* håndterer inn-data fra multi-touch skjermen som deles opp i en lang rekke forskjellige underaktiviteter. For eksempel enkel-, dobbel- eller tripper-trykk på skjermen, langt trykk (trykk og hold), trykk og dra, trykk og vri osv. Alle med valg for om de utføres med én eller flere fingre. Programmereren kan gjøre seg nytte av en egen klasse som ligger på et høyere abstraksjonsnivå for å kjenne igjen standard gester eller bevegelsesmønstre.
- *Bevegelseseventer* kommer fra akselerometer og/eller gyroskop. Som tidligere nevnt har Apple definerte et eget bibliotek som kombinerer data fra begge sensorene hvor det er skjult for brukeren hvem som leverer de forskjellige rådata og hvordan disse er kombinert. I tillegg til bevegelse kan man lese ut nøyaktig posisjon på telefonen i tre dimensjoner relatert til en referanseposisjon. Denne informasjonen presenteres enten ved hjelp av Euler-vinkler (yaw, pitch og roll), ved hjelp av en 4*4 rotasjonsmatrise eller med kvaternioner.
- *Fjernkontroll-eventer* håndterer tastetrykk og trykk på knapper fra eksterne enheter som f.eks. hodetelefoner. Slike hendelser brukes mye til å kontrollere apper som baserer seg på multimedia.

Dette var en kort gjennomgang av hva iOS inneholder. I neste kapittel går vi nærmere inn på hvordan man kan utvikle egne apper for å kjøre på iOS.

2.4 Verktøy for utvikling til iOS

All utvikling for iOS må skje på en Mac maskin og med Apples egen SDK¹⁷ (Stav 2009). De nødvendige verktøyene er fritt tilgjengelig etter at man har registrert seg med en egen Apple ID.

Ønsker man å teste appene på en iPhone må man betale en utviklerlisens hos Apple som per i dag ligger mellom \$99 og \$299 avhengig av hvilket program man vil knytte seg mot. En slik lisens er også nødvendig hvis appen skal distribueres. Utviklerlisens gir adgang til en rekke nettressurser som f.eks. et stort dokumentasjons-bibliotek som inneholder både «How To»- og «Getting Started»- dokumenter samt referansedokumentasjon. Man har også adgang til en rekke videoer bl.a. alle presentasjoner fra WWDC¹⁸ og man har adgang til Apples eget brukerforum.

Vi skal nå gå gjennom de viktigste verktøyene.

2.4.1 iOS SDK

Programpakken for utvikling mot iOS kalles iOS SDK og inneholder de verktøyene som er nødvendig for å lage egne apper.

Litt forvirrende kalles SDK'en ofte Xcode – også av Apple selv. Xcode er imidlertid navnet på ett av flere verktøy i pakken sammen med bl.a. iOS Simulator, Interface Builder og Instruments.

¹⁷ Software Development Kit – en pakke med utviklingsverktøy satt sammen for utvikling mot en gitt plattform.

¹⁸ Apple World Wide Developers Conference. En årlig konferanse hvor Apple ofte introduserer nye løsninger og produkter.

2 Bakgrunn

Dette prosjektet benytter siste tilgjengelige versjon av SDK som er 4.3. Installasjon av denne pakken er rask og uproblematisk. For å kunne compilere programmer og kjøre apper på egen iPhone må man generere og laste ned utviklersertifikater som skal ligge både i Xcode og på telefonen. Dette skjer i et samarbeid mellom Xcode og iTunes og kan oppfattes som en noe kronglete prosess.

Vi går nå kort gjennom de viktigste programmene i SDK'en.

Xcode er IDE¹⁹en og hovedproduktet i pakken. Dette er en videreutvikling av Project Builder som ble overtatt av Apple gjennom overtakelsen av NeXT (Apple 2011d). Xcode benyttes av Apple selv og dekker foruten utvikling mot iOS utvikling mot Safari, iTunes, Mail og iChat (Anderson 2009).

Hjertet i Xcode er en avansert editor (se illustrasjon 10) som har alle funksjoner og finesser man forventer av et slikt verktøy. Eksempler på det er fargekodning av kode (strenger blir rød, kommentarer grønn, typenavn lilla osv.), automatisk komplettering og søk av kode (skriv f.eks. 2-3 bokstaver av en metode og trykk Escape for å få opp alle alternativer), hurtignavigering (f.eks. ett tastetrykk for å hoppe mellom tilhørende .m- og .h-filer), intelligent søk og erstatt osv. Linkede biblioteker benyttes også aktivt i editoren på en slik måte at man med et tastetrykk kan hente frem påkrevde og valgfrie parametre til en gitt metode. Det ligger også inn en kodesjekker som fortløpende anmerker mangler og feil i syntaksen. Adgang til hjelpesider skjer med ett tastetrykk for den funksjonen som er markert i vinduet.

Kompilator og debugger er selvsagte verktøy i en IDE. Apple har valgt å benytte Open Source produktene GCC²⁰ og GDB²¹. Kompilatoren støtter både Objective-C, C og C++.

Link og build skjer raskt og effektivt. For større prosjekt kan man benytte scripts for å styre build-prosessen. Store prosjekter kan også benytte funksjoner for distribusjon over flere maskiner, versjonskontroll av kode og andre finesser.

Applikasjoner kjøres også fra Xcode og da velger man om det skal gjøres på et iOS device dvs. en iPhone eller i en software simulator.

En app omtales i Xcode som et «Project». Ved oppstart av et nytt prosjekt velger man mellom en del ferdig definerte templates (se illustrasjon 11):

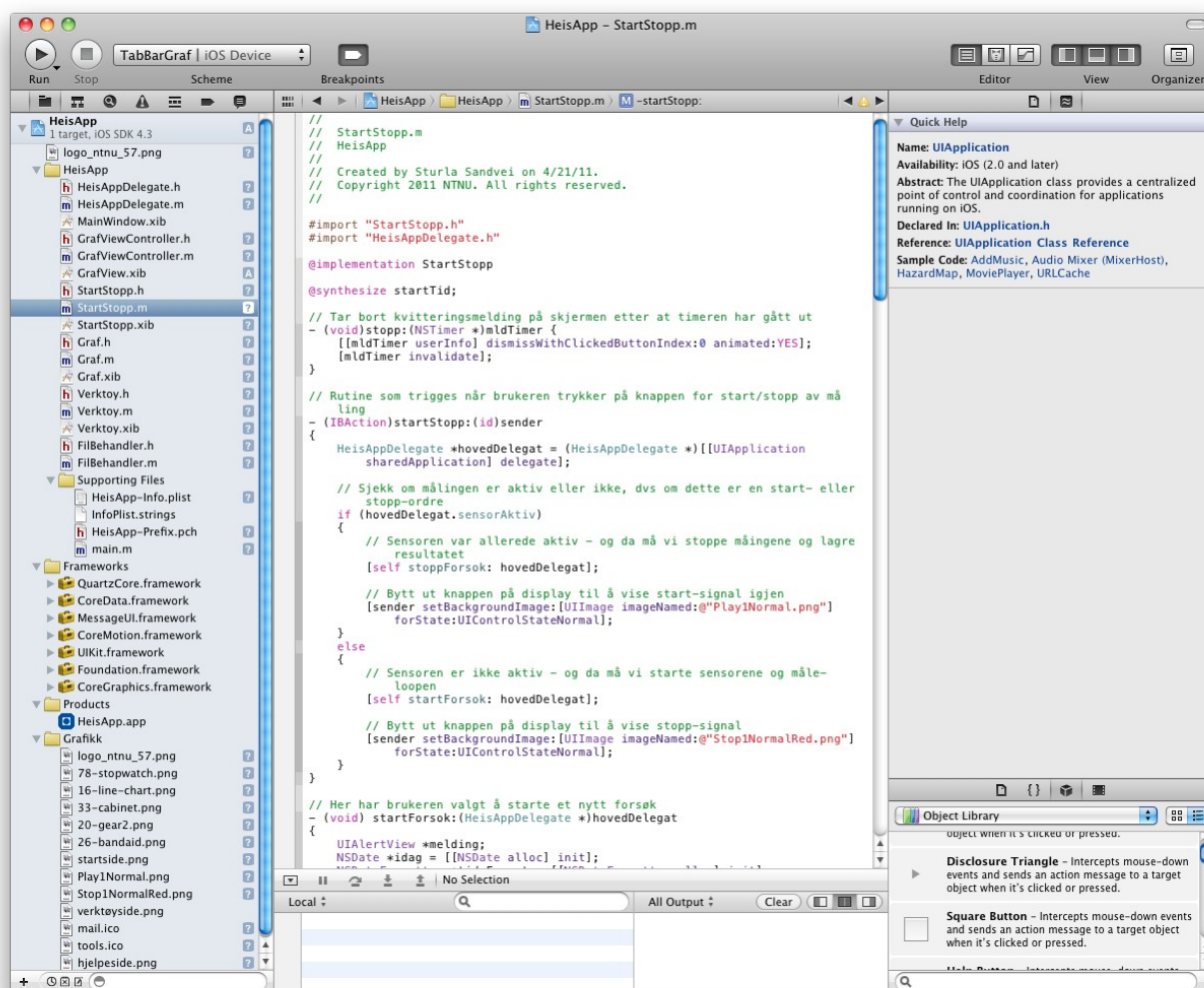
- Navigation oppretter en app med en navigasjonskontroller-meny på toppen av skjermen.
- OpenGL ES oppretter en app med et view satt opp for å motta animasjoner fra OpenGL ES biblioteket.
- Split View oppretter to uavhengige views med hver sin view-kontroller spesielt egnet for apper der skjermen er delt mellom overordnet og detaljert informasjon.

19 Integrated Development Environment – et utviklerprogram som inneholder de essensielle verktøyene for programvareutvikling som f.eks. editor, kompilator og debugger.

20 GNU Compiler Colletcion – en kompilatorpakke som støtter flere forskjellige programmeringsspråk og plattformer.

21 GNU De-Debugger – debuggeren som er inkudert i GNU systemet og som ofte inkluderes i IDE'er sammen med GCC.

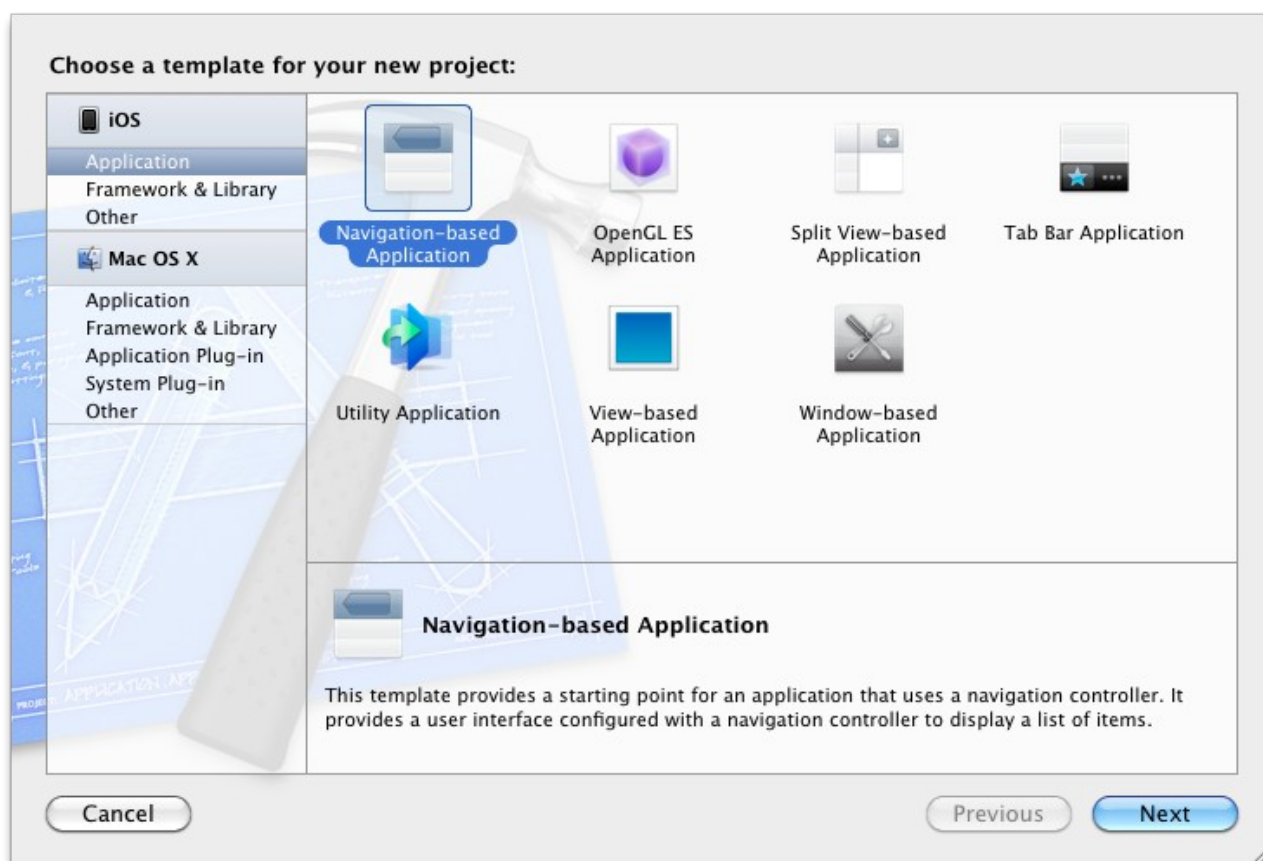
2 Bakgrunn



Illustrasjon 10: Xcode med editoren i sentrum (egen skjermprint)

- Tab Bar oppretter en app der brukergrensesnittet er realisert ved en tabulatormenylinje på bunnen av skjermen og tilhørende kontroller.
- Utility oppretter et hoved view med en knapp som aktiverer et flip-view, som igjen har en knapp for å få tilbake. Dette benyttes typisk for enkelt å realisere hjelpesider i en app.
- View-based er en enkel variant som oppretter et tomt view med tilhørende kontroller.
- Window-based er den enkleste varianten som bare oppretter en app med et main-program og en applikasjonsdelegat.

2 Bakgrunn



Illustrasjon 11: Nytt prosjekt i Xcode - tilgjengelige templates (egen skjermprint)

Uansett hvilken template man velger vil Xcode opprette et komplett sett av programfiler der alle nødvendige metoder er definert. Et nyopprettet prosjekt kan kompileres feilfritt uten å ha skrevet inn annet enn navnet på appen.

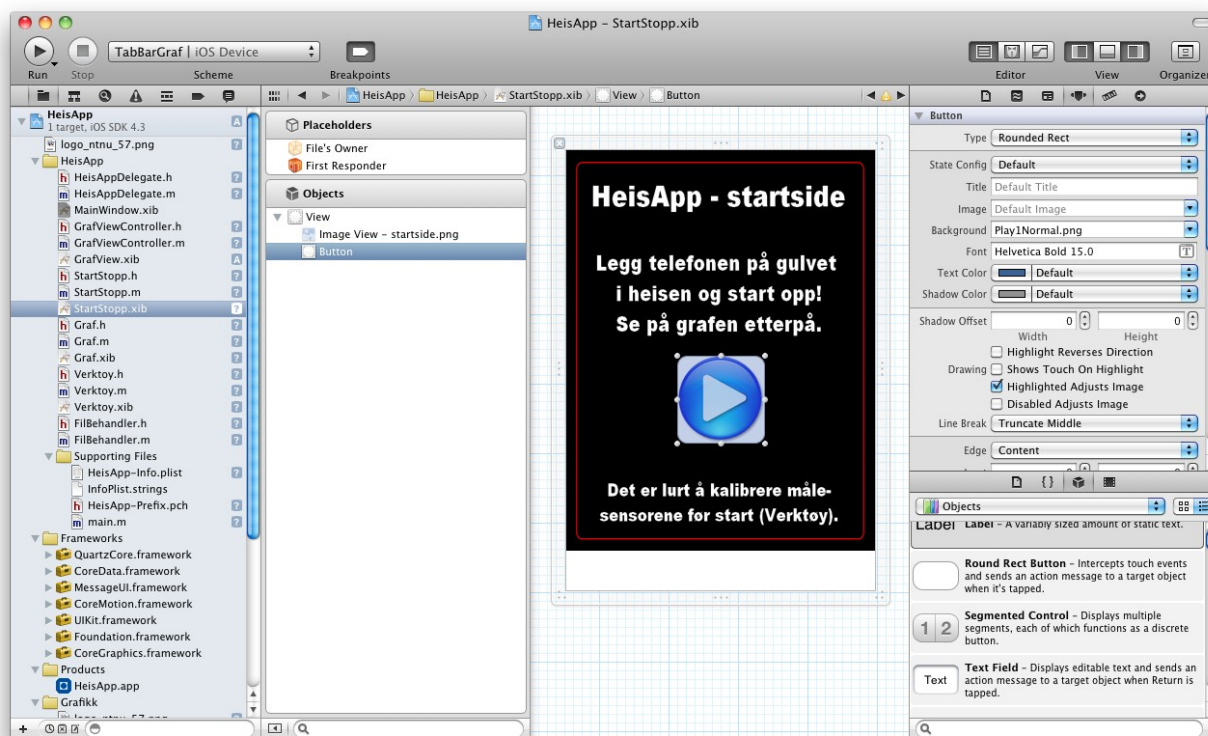
Et annet viktig verktøy er **Interface Builder**. Brukergrensesnittet og måten interaksjonen med brukeren skjer er kanskje det som er mest karakteristisk for en iOS app sammenlignet med f.eks. apper for Mac eller PC (Forman et al. 1994).

Det er fullt mulig å bygge opp alle skjermbilder og grensesnitt manuelt med egne kodelinjer men dette gjøres veldig mye raskere og enklere ved å bruke Interface Builder.

Verktøyet startes automatisk i Xcode når man velger en xib-fil i stedet for en h- eller m-fil (se illustrasjon 12). Man får da opp et inspector-vindu midt på skjermen hvor grensesnittet bygges opp og der man fortløpende ser hvordan dette vil se ut på telefonen.

Til høyre har man adgang til et stort bibliotek med objekter som kan inngå i et grensesnitt som f.eks. tekstfelt, forskjellige knapper og brytere, forskjellige aktivitets/progresjons-indikatorer, tabeller, bilder osv. Aktuelle objekter dras over til inspector-vinduet og plasseres der man ønsker. Justering av navn, størrelse og utseende skjer ved en enkel GUI. Aksjoner i brukergrensesnittet som skal trigge en metode i en klasse gjøres enkelt ved å linke f.eks. en knapp i GUI'en mot ønsket metode.

2 Bakgrunn



Illustrasjon 12: Interface Builder integrert i Xcode (egen skjermprint)

Tredje verktøy av de meste brukte er **iPhone Simulator** eller iOS Simulator som Apple kaller det i enkelte sammenhenger (det støtter også simulering mot iPad). Dette er forøvrig eneste måte å kjøre sine apper på hvis man ikke har betalt utviklerlisens.

Programmet startes hvis man velger simulatoren som target for kompilering og build og kjører appen fra Xcode. Det dukker da opp et vindu på skjermen som er en software-animasjon av en iPhone (se illustrasjon 13). Simulatoren oppfører seg så likt et ekte håndsett som mulig men med noen viktige forskjeller. Input-metodene er tastatur eller mus på Mac'en (det er ingen støtte for touch-skjerm). Prosessorkraft og minne tilgjengelig tilsvarer det man har av ledige ressurser på Mac maskinen dvs. veldig mye mer enn man har på en iPhone. Mange sensorer er ikke støttet som f.eks. GPS, akselerometer og gyroskop.

Fordeler med simulatoren er at det er mye raskere å kjøre en app her i forhold til et ekte håndsett. Dette har stor betydning f.eks. når man skal finjustere et skjermbilde. Dessuten slipper man å bekymre seg for låsing av telefonen i tilfelle et program gjør skade eller fyller opp minne.

Så lenge man er klar over begrensningene er simulatoren et nyttig verktøy spesielt tidlig i utviklingsprosessen.

2 Bakgrunn

Det siste av de mest aktuelle verktøyene som følger med iOS SDK er **Instruments**. Dette er et verktøy for å analysere ytelse i appen. Det starter opp og går i bakgrunnen mens man kjører appen fra Xcode; enten mot simulatoren eller på en iPhone. Instruments samler inn data fortløpende under kjøring som i etterkant kan brukes til å se på minnebruk, diskaktivitet, nettverksaktivitet, grafikkytelse og mye mer. Det ligger inne en del ferdig oppsatte målinger som kan brukes f.eks. med spesiell fokus på minnelekkasjer. Man kan også bygge sine egne analyser her.

Instruments logger all interaksjon med brukeren og kan derfor benyttes til å kjøre helt like testkjøringer av en app der man er garantert samme sekvens på f.eks. input-parametere fra brukeren.

Andre verktøy som følger med iOS SDK er mer spesialiserte. Blant annet finner vi flere verktøy for håndtering og bearbeiding av grafikk og lyd. Likeledes finnes det flere verktøy for å kjøre spesifikke ytelsestester av en app.

Vi går ikke i detalj på noen av disse verktøyene da de 4 som allerede er omtalt holder i lang tid etter at man har startet med utvikling mot iOS.

2.5 Objective-C

Objective-C er programmeringsspråket Apple anbefaler å bruke for utvikling i Cocoa Touch (Apple 2011e) fordi Cocoa Touch er designet og spesialtilpasset dette språket. De fleste metoder og rutiner i Apples egne biblioteker er skrevet i Objective-C og all eksempelkode vi finner i dokumentasjonen benytter Objective-C. Noen lavnivå og eldre rutiner er skrevet i C.

Det er fullt mulig å portere inn kode skrevet i andre programmeringsspråk og både C og C++ har støtte i Xcode. Det finnes i tillegg konverteringsverktøy for å få kode skrevet i både Java og Python til å spille sammen med Apples biblioteker.

I forhold til C++ og Java er nok Objective-C ukjent for veldig mange men vi føler det er en fornuftig tilnærming Stevenson har til dette i sin bok (2010). Han anbefaler at man først lager noen enkle apper i Objective-C for å lære hvordan Cocoa Touch fungerer. Når man etter en tid skal i gang med mer avanserte programmer og fortsatt ikke føler seg komfortabel med språket kan man ta i bruk andre språk.

I dette prosjektet har vi valgt å følge Apples anbefalinger og tar derfor med et kort kapittel om Objective-C.



Illustrasjon 13: Bruk av iPhone Simulator (egen skjermprent)

2.5.1 Bakgrunn

Objective-C er et supersett av C eller ANSI C²² for å være helt nøyaktig. Det betyr at kode skrevet i C er fullt kjørbart i et Objective-C miljø. C har ikke støtte for objektorientering men det er hentet inn gjennom syntaks og funksjoner fra Smalltalk-80²³. Populært og noe unøyaktig kan vi si at Objective-C er «C med objektorientering».

Det var selskapet Stepstone som definerte Objective-C tidlig på 1980-tallet i et prosjekt med hovedfokus på høyere grad av gjenbruk mellom utviklingsprosjekter (Kochan 2004). Lisensen for språket ble tatt over av NeXT som igjen ble kjøpt opp av Apple i 1996. Dette er forøvrig bakgrunnen for prefikset «NS²⁴» som vi finner igjen i API'ene den dag i dag (Stevenson 2010). Parallelt finner vi i dag et open-source kjøremiljø for Objective-C som kalles GNUstep.

2.5.2 Sammenligning med C++

Hvis vi ser bort fra variasjoner i syntaks er det tre hovedpunkter som skiller Objective-C fra C++ (Apple 2011f):

- *Operator overloading*: I C++ kan en operator (f.eks. + eller /) også defineres som en egen metode for en gitt objekttype slik at samme operator kan ha helt forskjellig mening ut fra hvilke objekter den brukes på.
- *Templates*: I C++ kan man bruke en funksjon eller algoritme på forskjellige datatyper.
- *Multiple Inheritance*: Klasser i Objective-C har bare én superklasse.

Sammenlignet med andre objektorienterte programmeringsspråk basert på C er Objective-C dynamisk ved at kompilatoren tar vare på mye informasjon om objekter som brukes i kjøretid. Dette gir språket fleksibilitet ved at tolkninger og avgjørelser i programmet kan foretas under kjøring når bruker og app har full kontroll. Et enkelt eksempel på slik dynamikk er om minnestørrelse fastsettes ved kompilering eller om programmet tillater dynamisk allokering av minne i kjøretid. Stor grad av dynamikk kan også være kilde til problemer ved at feilsituasjoner som vil kræsje programmet ikke fanges opp under kompilering. Det er imidlertid store fordeler med en slik tilnærming:

- *Polymorfisme*: Hver klasse har sitt eget navnerom, slik at metodenavn kan gjenbrukes mellom forskjellige klasser.
- *Dynamisk typing*: I stedet for å låse en variabel i programmet til en bestemt type kan dette avgjøres under kjøring avhengig av hva som skjer eller har skjedd i kjøretid – kanskje basert på input fra brukeren av appen. Først når typen er bestemt vil metode som benyttes på variabelen være bestemt.
- *Dynamisk binding*: Dette er i praksis resultatet av dynamisk typing, nemlig at man

22 Språket C ble først definert av AT&T tidlig på 1970-tallet men ble etterhvert industristandard noe som endte med at American National Standards Institute (ANSI) tok frem en offisiell standard på 1980-tallet.

23 Objektorientert programmeringsspråk opprinnelig tatt frem av Xerox PARC på 1970-tallet men senere standardisert av ANSI.

24 NS er en forkortelse for NextStep som var forløperen til Cocoa.

2 Bakgrunn

venter til kjøretid med å bestemme hvilken metode som skal benyttes på et objekt.

- *Dynamisk lasting*: I stedet for å linke alle deler av et program sammen i en stor kjørbart fil åpnes det her for å laste inn bare kjernen av programmet, for så å hente inn de deler man trenger i minne etterhvert. Dette kan gi bedre utnyttelse av minne men også mulighet for å bygge ut programmer suksessivt noe som passer godt med objektorientering som sådan.

2.5.3 Oppsummering

For utviklere med bakgrunn i andre programmeringsspråk som f.eks. C++ eller Java vil Objective-C kunne virke uvant, forvirrende og merkelig i starten (Rideout 2010). Dette opplever de fleste som en kort fase som raskt går over ettersom man bruker språket og blir kjent med finessene som vi har nevnt noen av her. Dette er også vår egen erfaring med dette språket i tidligere prosjekter (Sandvei, upublisert).

Som utvikler av apper for OS X og iOS er hhv. Cocoa og Cocoa Touch helt nødvendige arkitekturer og begge disse er laget for Objective-C og integrasjonen mot språket er tett.

Objective-C 2.0 inkluderer Garbage Collection med dette er fortsatt ikke tilgjengelig for iOS apper (Apple 2011e).

Vi har nå sett på teknologien som ligger bak utvikling av apper for iPhone ved først å se på iPhone selv – både hardware og software, for så å se på verktøyene og programmeringsspråket som benyttes til app-utviklingen. Vi skal nå se kort på de viktigste konkurrentene til iPhone og iOS.

2.6 Andre teknologier

Ser vi på fordelingen av markedsandeler på verdensbasis for operativsystemer til smarttelefoner er det per i dag 3 store teknologier (Gartner 2011). Symbian har lenge vært ledende og topper fortsatt listen med nesten 38% av markedet i 2010. Android som i 2010 hadde 23% av markedet vil ta over som den største i løpet av 2011. Det er forventet at i 2012 vil Android ha 50% av markedet. Apples iOS er den siste av de 3 store med 16% i 2010 som antas å øke til 19% i 2011. I tillegg til disse finner vi BlackBerry OS som er stor i USA, Windows Phone, Linux, Limo Foundation, WebOS med flere.

Symbian er Nokia sitt operativsystem der appene blir distribuert gjennom Ovi Store. Nokia var tidlig ut med smarttelefoner – før både iOS og Android – og har vært markedsleder i lang tid. Nå er de imidlertid i ferd med å bli akterutseilt av begge disse og markedsandelene som referert over faller jevnt og trutt parallelt med Nokias fall fra tronen som verdens største leverandør av mobiltelefoner. Store produsenter som Sony Ericsson og Samsung har hoppet over fra Symbian til Android og flere mener systemet er utdatert. Det verserer stadig rykter i media om kobling mellom Nokia og Microsoft og en slik konstellasjon kan være redningen for Symbian.

Vi konsentrerer oss om det som per i dag blir oppfattet som hovedkonkurrenten til iOS og ser litt nærmere på Android. Sammenligningen er i hovedsak basert på en rapport av Stav (2009).

2 Bakgrunn

2.6.1 Android

Android var et lite og ukjent selskap da det ble kjøpt opp av Google i 2005. All kildekode ble raskt offentliggjort og i dag er Android et open-source produkt fra Open Handset Alliance²⁵.

For å kunne bruke Android kreves det at telefonen er sertifisert av Google. Vi finner Android både i lesebrett og på smarttelefoner fra produsenter som HTC, Lenovo, LG, Motorola, Samsung, Sony Ericsson og ZTE for å nevne de meste kjente på det norske markedet.

Ideologien bak Android er helt forskjellig fra iOS – kanskje vi kan si det så sterkt at de er rake motsetninger. Der Apple vektlegger momenter som sikkerhet og kontroll er fokuset for Android frihet der det meste skal være åpent og gratis²⁶. Systemet kjører på mange forskjellige apparater, utviklerverktoyene er gratis og kjører like godt på Mac som på PC eller linux-maskiner. Det kreves ingen lisens fra utvikleren og distribusjon kan gjøres på andre plattformer enn Android Market (tilsvarende iTunes). Dette betyr at det ikke finnes noen kvalitetssikring eller kontrollfunksjoner av apper for Android. Google har i visse tilfeller fjernet apper fra sin Android Market pga. større feil, problemer eller ondsinnet kode men de har ingen kontroll på alle andre distribusjonskanaler. Android Market krever at utvikleren angir hvilke adganger appen trenger på telefonen slik som adgang til nett, sende SMS, lese i telefonboken osv. Det dukker stadig opp virus i apper selv på Android Market noe som har gitt grobunn for tredjeparts-apper som skal ivareta sikkerheten på håndsettene.

I bunnen av Android finner vi en linux-kjerne med full støtte for reell multitasking der hver app har sin egen linux-prosess. Hver prosess har igjen sin egen Java Virtual Machine eller Dalvik VM som den kalles i Android. Programmeringsspråket for apper er en Android-versjon av Java.

Antall apper tilgjengelig ligger fortsatt et godt stykke bak App Store men det stiger raskt og passerte 200.000 i mai 2011 (Google 2011). Omtrent to tredjedeler er gratis mens tilsvarende tall for App Store er under 40% (Distimo 2011). Mange argumenterer med at en stor andel av appene på Android Market er spam som ville blitt avvist på App Store. Dette må man imidlertid ta med som en bakdel når åpenheten står i sentrum. Konklusjonen er kanskje at antall apper tilgjengelig ikke er like interessant som antall kvalitets-apper som er etterspurt av brukerne. I følge en analyserapport fra Distimo (2011) er 25% av gratisapp'ene for Android lastet ned færre enn 100 ganger, mens for betalapp'ene er tilsvarende tall 80%. Konklusjonen i rapporten er at det fortsatt er adskillig tyngre for kommersielle aktører i Android-markedet enn de som jobber mot iOS.

Utviklere av apper sitter igjen med 70% av eventuelle salgssinntekter (75% for App Store). Siden omsetningen er lavere på Android Store satser flere utviklere på inntjening gjennom andre kanaler. Annonsering inne i appene er etterhvert vanlig. Et godt eksempel på dette er det populære spillet Angry Birds. Dette er gratis å laste ned for Android (koster penger

25 Et konsortium bestående av store firma som Google, Motorola, Samsung, Sony Ericsson, Toshiba, Vodafone og T-Mobile for å nevne noen få.

26 Det finnes alternative distribusjonskanaler for iOS også f.eks. Cydia, men alle disse krever at man har hacket / jailbreak'et sin egen telefon.

2 Bakgrunn

på App Store) men da får man annonsering med «på kjøpet».

Hva som er best av iOS og Android er vanskelig å svare på og vil nok være en subjektiv vurdering da begge teknologier har sine styrker og svakheter. De utfyller hverandre og kan fint fungere sammen. Frem til nå har Apple bare konsentrert seg om high-end markedet av smarttelefoner mens Android også dekker billig-segmentet.

I dette prosjektet har vi valgt å bruke iOS men vi kunne helt sikkert benyttet Android uten at generaliteten vi er ute etter hadde blitt endret.

2.7 Pedagogiske muligheter med iPhone

Som vi viste i kapittel 2.2 foregår det mye forskning rundt bruk av smarttelefoner som et pedagogisk verktøy, men for fysikkfaget spesifikt har vi ikke funnet relevant forskning. Vi setter derfor opp noen egne forslag til fysikkforsøk som kan være egnet. Disse forsøkene skal kunne realiseres gjennom en app på iPhone som benytter de innebygde bevegelsesensorene.

På grunn av manglende forskning innen feltet er dette kapitlet basert på egne idéer ut fra egen erfaring med faget og ved gjennomgang av læreplan og læreverkene. Ingen av idéene er vist i praksis noe vi skal gjøre for en av dem i dette prosjektet.

Flyvinge

Målet med appen er å animere luftstrømninger rundt en flyvinge og vise hvordan dette påvirker kreftene som er involvert.

Skjermbildet viser et tverrsnitt av en flyvinge. Fartsretningen er fast for eksempel vannrett og mot høyre. Ved å vri på telefonen vil flyvingen justere vinkelen og luftstrøm og krefter vil endre seg.

Vindstømningene må visualiseres under og over vingen og kreftene tegnes inn ut fra tyngdepunktet av vingen der størrelsen på pilen antyder forholdet mellom kreftene. En høydemåler vises også på skjermen slik at brukeren ser om flyet hever eller senker seg og hvor raskt høyden endrer seg. Hastigheten kan også tas med på skjermen. Denne kan også justeres for å se hva som skjer ved lavere eller høyere hastighet. Tilting av telefonen til og fra kan eventuelt justere hastigheten.

Hovedoutput er det visuelle skjermbildet. Lagring til fil for etterbehandling kan gjøres men er kanskje ikke så relevant.

Magnetfelt

Målet med appen er å visualiserer retning og styrke på magnetfeltet i et kjent område. Hvis mulig kan både horisontalt og vertikalt magnetfelt visualiseres.

Arbeidsområdet for appen kan være en arbeidsbenk eller et lite rom. Dette området må legges inn i appen og alle «kilder» til endring i magnetfeltet må legges inn i kartet.

Ved å bevege telefonen rundt omkring i dette området skal endringer i feltet rundt disse kildene registreres slik at sluttresultatet er en animasjon av området magnetfeltet er tegnet inn.

2 Bakgrunn

Lysbryting

Dette er en app som ligger en del på flyvingen. Hensikten er å animere lysbrytingen og vise hvordan denne endrer seg med innfallsvinkel og type element som bryter lyset.

På skjermen er det animert et bestemt objekt feks. et prisme (kan tenke oss flere mulige objekter). En lyskile kommer inn mot objektet fra et fast punkt og innfallsvinkelen justeres ved å vri på telefonen.

Linser og optikk

Hensikten er å vise hvordan linser fungerer og forskjell på konvekse og konkave linser.

Brukeren velger selv type linse og krumningsgrad for disse. Ved å bevege telefonen endres fokuspunkt eller avstand mellom linsene hvis brukeren velger å bruke flere.

Pendel

Hensikten er å vise sammenhengen mellom tyngde på pendel, lengde på pendelsnoen og startvinkelen for pendelen.

Dette er et kjent forsøk som nå tenkes gjort med telefonen som loddet i pendelen. Alle parametre kan leses av i appen og resultatet kommer direkte til skjermen. Vi ser også for oss en mulig utvidelse der vi ser på størrelse og retning for akselerasjon/krefter som virker på loddet. Resultatet visualiseres gjennom en graf på skjermen men kan også lagres til fil for etterbehandling på datamaskin.

Uavhengighetsprinsippet

Hensikten med dette forsøket er å vise at den vertikale bevegelsen til et element som faller er uavhengig av størrelsen på en eventuell horisontal bevegelse.

Telefonen er det elementet som skal slippes og alle parametre registreres i appen. Forsøket består av to deler der brukeren først slipper telefonen rett ned. Neste runde slippes telefonen skrått slik at vi får en horisontal fartskomponent.

Resultatet visualiseres på skjermen i en dobbelgraf og vi ser også her nytten av å kunne lagre data for etterbehandling på datamaskin.

Akselerasjon og fart

Hensikten er å visualisere akselerasjon og hastighet for en vognbevegelse i en graf.

Telefonen monteres på en vogn som slippes ned en bane. Helningsvinkelen på banen bør kunne justeres for at parametrene skal kunne endre seg. Alle parametre inkludert helningsvinkel registreres automatisk i appen. Resultatet er en dobbelgraf som viser hastighet og akselerasjon som funksjon av tiden. Startvinkel bør også angis på skjermen.

For å kunne etterbehandle data til f.eks. sammenligning mellom flere forsøk bør hver «kjøring» kunne lagres og overføres til datamaskin.

2 Bakgrunn

Heisforsøk

Hensikten er å demonstrere Newtons lover med spesiell fokus på nr. II.

Telefonen skal være med på heistur der appen underveis registrerer alle bevegelser. Resultatet visualiseres i en graf som viser størrelse på de vertikale kreftene som virker inn på telefonen som funksjon av tiden. Måleverdiene bør kunne lagres for etterbehandling på datamaskin.

Ballkast

Hensikten er å visualisere et skrått kast.

Telefonen er det objektet som kastes og appen registrerer automatisk alle interessante parametre som tid, strekning, hastighet og akselerasjon. Resultatet er en visualisering av kastet på skjermen med alle parametrene tegnet inn. En alternativ visualisering er et grafsystem der de forskjellige funksjonene har sin egen graf som funksjon av tiden (hastighet, endring i høyde, strekning, akselerasjon). Også her kan det være aktuelt å overføre alle måleresultatene til datamaskin for etterbehandling.

Friksjon

Hensikten er å vise at forskjellige stoffer har forskjellig friksjon ved å vise kraften som trengs for å flytte på et objekt som ligger på forskjellig underlag.

Telefonen legges på en plate som er trekt med et visst stoff. Platens vinkel økes rolig helt til telefonen starter å skli ned. Applikasjonen registrerer helningsvinkelen når den «løsner» fra underlaget. Forsøket gjentas flere ganger med forskjellig underlag på platen og resultatet vil være f.eks. et stolpediagram der hver stolpe angir helningsvinkel for et gitt underlag.

Listen kunne vært lengre enn disse 10 forslagene men vi har vist at potensialet innenfor fysikkfaget er til stede.

Innenfor andre fag ser vi også mange muligheter og vi tar med noen enkle eksempler.

Alle fag som har en verdi av å registrere bevegelser i to eller tre plan er relevante, enten det skal benyttes til å måle strekning, hastighet, akselerasjon eller krefter. Eksempler på dette er som nevnt i kapittel 2.2 dans, musikkfag og idrettsfag.

Alle fag som kan ha nytte av en trådløs styring av noe kan bruke iPhone som kontrollenhet. Eksempler på dette er forskjellige typer seriøse spill og styring av roboter. Fag som har nytte av å registrere helningsgrader, vinkler og avstander kan benytte iPhone til registreringsenhet. Eksempler på dette er fag hvor man skal konstruere en modell av noe stort og eksisterende. Eller kanskje tegneprogrammer.

Vi har vist i en tidligere rapport (Sandvei, upublisert) at iPhone kan brukes til å kontrollere bevegelse rundt eller inne i animerte figurer. Dette kan brukes til f.eks. geometriske figurer eller kjemiske modeller.

2.8 Oppsummering

I dette kapitlet har vi introdusert det teoretiske området som er relatert til arbeidet i prosjektet. Målet med kapitlet er å gi leseren nødvendig bakgrunnskunnskap for det som kommer videre.

Vi skal nå gå gjennom forskningsmetodene som er brukt i prosjektet.

3 Metoder

Dette kapitlet beskriver forskningsmetodene som er benyttet i prosjektet.

I følge Tranøy (SNL 2011b) betyr ordet metode «det å følge en bestemt vei mot et mål». Dette blir derfor en en beskrivelse og begrunnelse av veivalgene vi har gjort for å løse den oppgaven som er gitt.

Kapitlet er delt i tre deler som tilsvarer oppgavetekstens tre hoveddeler. Først går vi gjennom metoden som er brukt for å undersøke hva et utvalg fysikklærere benytter av verktøy i faget. Deretter beskriver vi metoden som er brukt for å utvikle en test-app før vi kort går gjennom metoden for demonstrasjon og evaluering av denne appen.

3.1 Empirisk undersøkelse

Dette kapitlet beskriver forskningmetoden som er benyttet i første del av prosjektet beskrevet som følger i oppgaveteksten:

«Denne oppgaven skal undersøke hva et utvalg fysikklærere i videregående skole bruker av IKT-verktøy og andre verktøy i undervisningen. Det skal fokuseres spesielt på hva som benyttes i programfaget fysikk fra studiespesialiserende utdanningsprogram.»

Formålet med første del er med andre ord empirisk (Kvale, 2002) der vi skal se på virkeligheten fra skolen og støtte oss på de erfaringer et utvalg lærere sitter inne med. Vi kan velge å benytte en kvalitativ metode eller en kvantitativ.

Metodevalg styres også av prosjektets rammer og ressurser og da først og fremst gjennom tidsramme, økonomi og antall deltagere. Tilgang på eksisterende datamateriale kan også styre metodevalg ved at man f.eks. kan benyttes empiriske data fra andre prosjekter.

3.1.1 Valg av metode

Gjennom vår gjennomgang av annen forskning innenfor det aktuelle emnet (kapittel 2) finner vi ingen undersøkelse eller studie som inneholder eksakt de data vi ønsker i dette prosjektet. Spesielt finner vi ingen eksisterende data for siste del av undersøkelsen hvor vi ønsker å diskutere potensielle forsøk som kan realiseres som skreddersydde applikasjoner til en smarttelefon. Vi velger derfor å gjennomføre en empirisk undersøkelse har da valget mellom en kvantitativ eller en kvalitativ metode.

En kvantitativ metode kan realiseres ved hjelp av en spørreundersøkelse, ved å analysere tilgjengelig statistikk eller ved hjelp av strukturerte intervjuer av den typen vi møter ved markedsundersøkelser. Disse metodene for datainnsamling vil gi et stort datagrunnlag og er spesielt hensiktsmessig der man ønsker tellbare resultat eller oppramsing av data. Med andre ord er det ikke godt egnet hvis man vil gå mer i dybden på enkelte områder.

En kvantitativ metode innebærer en del utfordringer. Datainnsamlingen bør foregå ved å sende epost til alle landets fysikklærere med et spørreskjema. Strukturerte intervju i form av telefonintervju er ikke mulig med de ressurser prosjektet har. Et tredje alternativ er å delta på konferanser med mange fysikklærere til stede slik at bakgrunnsinformasjon for

3 Metoder

undersøkelsen kan gis i plenum mens spørreskjema behandles personlig. Det avholdes oss bekjent ingen slike konferanser i perioden.

Utforming av spørreskjema til en kvantitativ undersøkelse krever god kunnskap om emnet man skal kartlegges noe vi ikke kan sies å ha.

Dessuten er det et problem med tidsaspektet for hele prosjektet. Vi har satt av 20 uker til gjennomføring noe som høyst trolig er for knapt i forhold til en stor spørreundersøkelse. Danielsen (2008) gjennomførte for noen år siden en kvantitativ undersøkelse mot samme målgruppe og erfarte at det var tungt og tidkrevende å få inn svarskjema fra lærerne.

Vi velger bort kvantitativ metode og benytter oss i stedet av en kvalitativ tilnærming.

Her har vi flere valg for gjennomføringen. En kvalitativ metode kan være å benytte feltstudier der man følger og observerer en eller flere klasser over tid. Dette anses som en for tidkrevende metode i vårt prosjektet og vi ser ikke at det ville gitt noe bedre datagrunnlag enn ved den valgte metoden.

Vi velger å gjennomføre semi-strukturerte intervju med nøye utvalgte informanter. Det som i litteraturen kalles for «Det kvalitative forskningsintervju» (bl.a. Dalen 2004) eller som Dexter omtaler som «Eliteintervju» (1970).

Resten av dette kapitlet beskriver fremgangsmåte, vurderinger og veivalg som gjøres i forberedelse, gjennomføring og etterarbeide av de kvalitative forskningsintervjuene.

3.1.2 Kvalitativt forskningsintervju

Kvalitative forskningsintervju er spesielt godt egnet til å få innsikt i andre personers erfaringer, tanker og følelser om et emne (Dalen 2004). Dette passer godt inn i målet vårt.

Det finnes to hovedtyper intervju der den ene ytterligheten går ut på å bruke strukturerte spørsmål som gjerne besvares med ja/nei eller enkeltord. Den andre ytterligheten er intervju som benytter helt åpne spørsmål av typen «Fortell om ..». Her skal informanten fortelle mest mulig fritt om et aktuelt tema. Et naturlig valg for kvalitative intervju er en gyllen mellomting også kalt semi-strukturerte intervju. Her oppfordrer man gjerne informanten til å fortelle fritt om et emne men spørsmålene fokuseres på bestemte tema som forskeren har satt opp på forhånd. Det vil også være naturlig med oppfølgingsspørsmål for å gå mer i dybden på enkelte tema eller for å klargjøre spesielle fenomener. En intervjuguide er et viktig redskap under slike intervju.

For oss var valg av intervjuform helt naturlig. Strukturerte intervju krever at forskeren har veldig god kontroll på fagområdet da det gis liten åpning for innspill fra informantene. Denne kunnskapen sitter vi ikke inne med. Helt åpne intervju på den andre siden krever at informantene har god forståelse for hva forskeren er på jakt etter og det må vi anta ikke er tilfelle når det kommer til smarttelefoner, deres muligheter og potensielle applikasjoner. Derfor er den semi-strukturerte formen valg i dette prosjektet.

Forskeren trenger ikke å være ekspert på området som omhandles under intervjuene men bør ha en viss forståelse og bakgrunnsinformasjon om sentrale tema. Dette føler vi er dekt opp gjennom å ha vært elev selv i de aktuelle fagene samt gjennom bakgrunnsundersøkelsen som er beskrevet i kapittel 2.

3 Metoder

For å kunne konsentrere seg om innholdet i diskusjonen anbefaler Dalen (2004) at man gjør opptak av intervjuene slik at rådata er tilgjengelig for etterarbeid. Dette rådet følger vi og benytter en iPhone for å gjøre opptak.

Godkjenning av undersøkelsen

Forskningsprosjekter som håndterer personopplysninger *kan* være meldepliktig til Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD) Denne beskrivelsen fra NSD (2011) er lagt til grunn for vår vurdering av dette prosjektet:

«Dersom du under arbeidet med forskningsprosjektet skal samle inn/ registrere/ lagre personopplysninger ved bruk av datamaskin, må du melde prosjektet. En personopplysning er en opplysning/ vurdering som kan knyttes til en person. Opplysninger kan for eksempel knyttes til en person via navn eller referansenummer som viser til en navneliste, eller via en sammenstilling av bakgrunnsopplysninger»

Vi melder ikke inn vårt prosjekt til NSD. Dette begrunner vi med at alle data som kan karakteriseres som personopplysninger er anonymisert i denne rapporten. Dette gjelder navn, alder, nåværende og tidligere arbeidsplass og detaljer rundt utdanning. Denne informasjonen er bare tilgjengelig på egne notater og fra epost-korrespondanse med informantene.

Vår tolkning av reglene for meldeplikt er verifisert gjennom epost-utveksling²⁷ med NTNU sitt personvernombud.

Utvelgelse av informanter

Utvelgelse av informanter er kanskje den viktigste premissgiveren for å få et godt og representativt resultat og er en stor utfordring ved den valgte metoden. Dalen (2004) skriver at antall informanter skal være forholdsvis lavt og utvalget skal være hensiktsmessig på den måten at de skal være nært knyttet opp mot fokus for studien.

For å ta det siste først er hensiktsmessige informanter i denne undersøkelsen lærere som underviser i det aktuelle faget. Noen vil kanskje foreslå elever som kandidater men de kan ikke dekke opp sentrale deler av undersøkelsen som for eksempel hva som finnes av verktøy på markedet som man ikke benytter i undervisningen. Utvalgsriteriet er derfor lærere som underviser i fysikk i den videregående skole og som kan stille opp til intervju i rimelig nærhet av Trondheim. Videre er det ønskelig med maksimum én lærer fra hver skole og likeledes at begge kjønn er representert. Utdanning og antall år med erfaring i skolen er interessante parametre for å få god spredning men dette er data vi ikke har tilgjengelig for bruk under utvelgelsen.

Når det gjelder antall informanter ligger det i prosjektets størrelse og ressurser at dette må være relativt lavt. Kvale (2002) sier at man skal intervju så mange personer som er nødvendig for å finne ut det man trenger å vite. Det ideelle er kanskje et antall der man ved å ta inn flere nye informanter ikke oppnår vesentlig ny informasjon i forhold til det man har fra før. Vi bestemmer i samråd med veileder at antall informanter skal være minimum 3 men gjerne opp til 5.

²⁷ Denne korrespondansen er ikke tatt med i rapporten men vi har tatt vare på utskrifter for eventuell etterprøving av dette punktet.

3 Metoder

Fremgangsmåten vi benytter for å finne informanter er først gjennom en kontaktperson ved Skolelaboratoriet, NTNU²⁸. Her får vi forslag på navn som kan kontaktes. Videre er web-sidene til de videregående skolene i fylket brukt for å finne informasjon om navn og epost-adresse på skolens fysikklærere. Til slutt er personlige kontakter innen skoleverket benyttet for å opprette forbindelse med aktuelle kandidater.

I første runde sender vi ut henvendelse via epost til 6 kandidater. Til tross for høflig purring etter noen uker ender vi opp med bare 2 svar. Etter denne runden med treg og dårlig tilbakemelding vurderes innhold i epost-teksten nøye. Av egen erfaring vil epost man mottar i en travel hverdag som inneholder lange forklaringer og mye tekst kanskje ikke bli lest med veldig stor grundighet. Derfor endrer vi ordlyden i teksten radikalt før videre utsendelser. Tittelen endres²⁹ for om mulig å fange mottakerens interesse og innholdet snus på hodet. Vi ender opp med en veldig kort melding på 3 setninger som forklarer at henvendelsen er relatert til en masteroppgave og at det i den forbindelse er ønskelig å møtes for et kort (maks 1 time) intervju med mottaker i kraft av at denne er fysikklærer i den videregående skolen. Detaljer om smarttelefoner og prosjektet er lagt inn som et vedlegg under selve meldingen.

Om disse tiltakene har noen effekt er ikke undersøkt men svarprosenten øker ihvertfall.

Intervjuguide

En god intervjuguide som inneholder sentrale tema og spørsmål er spesielt viktig i semi-strukturerte intervjuer (Dalen 2004).

Arbeidet med guiden starter opp så snart metoden er valgt. Prosjektets oppgavetekst er brukt som rettesnor og gjennomgangen av læreverkene for faget gir gode referanser for tema og spørsmål som skal tas med. I tillegg får vi gjennom to møter med kontaktpersonen ved Skolelaboratoriet gode innspill, innsikt og demonstrasjon av diverse verktøy.

I praksis fungerer intervjuguiden som en sjekkliste underveis og ikke som et manuskript som følges slavisk. Dette gir naturlig flyt i intervjuene og medfører en god atmosfære.

Intervjuguiden er i sin helhet gjengitt i vedlegg A.1 så vi nøyer oss med en kort oversikt her:

- Første del består i en presentasjon av prosjektet og en kort beskrivelse av teknologi og muligheter med iPhone. Her er det naturligvis åpent for å gå mer i dybden hvis interessen er til stede.
- Neste punkt er å forklare hvorfor vi som er datautdannet trenger hjelp fra pedagoger fra fysikkfaget for å nå målet.
- Videre følger informasjon om hva som gjøres praktisk med opptak av intervjuet og transkribering. Personvern blir forklart og samtykkeerklæringen blir lest og signert.
- Resten av guiden består av emner og spørsmål som er essensielle og som skal dekkes selv om rekkefølgen kan variere ut fra det som faller naturlig. Første del

28 Opprettet i 1999 som en del av Program for Lærerutdanning (PLU) ved NTNU med fokus på realfagene.

29 Fra «Bruk av IKT-verktøy i FYS 1/2 (Masteroppgave NTNU)» til «Søker fysikklærer! (Masteroppgave NTNU)».

3 Metoder

fokuserer på at læreren forteller om nå-situasjonen i sin egen undervisning mens andre del går på diskusjon rundt konkrete forsøk eller demonstrasjoner som kan egne seg til en iPhone-app.

Samtykkeerklæringen som signeres av alle informantene finnes i vedlegg A.2. Kort fortalt sier den litt om oppgaven, hensikten med intervjuet og beskrivelse av den praktiske gjennomføringen. Det er også tatt inn et punkt om at informanten fritt kan trekke seg fra prosjektet uten begrunnelse innen en gitt dato.

Prøveintervju

Dalen (2004) anbefaler at man starter med et prøveintervju for å teste ut intervjuguide, seg selv som intervjuer og tekniske hjelpemidler. Prøveintervju er ikke foretatt her av flere grunner.

Den mest åpenbare årsaken er antall informanter vi har tilgjengelig. Antallet er ikke stort nok til at vi kan «bruke opp» en av dem til et prøveintervju. Dessuten føler vi at personlig mestring av en intervjusituasjon er godt ivaretatt gjennom tidligere erfaringer med personlige samtaler. Opptaksutstyret er imidlertid testet nøye på forhånd. Dette går blant annet på fysisk plassering av iPhone, kvalitet på opptak, eventuelle begrensinger i tid på opptak og kontroll av funksjoner som avspilling og overføring til datamaskin for etterarbeide.

Gjennomføring av intervjuene

De første minuttene i en intervjusituasjon er avgjørende for å opprette god kontakt med informanten og en god atmosfære (Kvale 2002). Momenter man tenker på her er tonefall, ordvalg og kroppsspråk. I forkant av hvert intervju henter vi inn litt informasjon om informanten slik at vi kan starte med litt uformell prat. Dette kan f.eks. være felles kjente eller felles fritidsinteresser.

Etter denne innledningen blir rammene i intervjuguiden fulgt. Ikke slavisk fra punkt til punkt men som en rettesnor gjennom samtalen. Informasjon om anonymitet og personvern vektlegges nøye og lesing av samtykkeerklæringen og signering av denne gjennomføres grundig. Når dette er klart starter opptakeren på iPhone.

Under selve intervjuet er det stadig fokus på å stille åpne spørsmål i motsetning til veiledende spørsmål. Dette er en balansegang da det i mange tilfeller føles naturlig å legge til litt informasjon til spørsmålene for å tydeliggjøre hva vi søker informasjon om. Likeledes er det stadig fokus på å la informantene snakke ut og ikke avbryte eller presse på i pauser underveis. Notatblokken er et fint hjelpemiddel underveis slik at vi kan være mer defensiv og tilbakeholden når det føles riktig.

Siste del av intervjuet som består av å få innspill til mulige applikasjoner forventes å gå tregere da informantene neppe er godt kjent med teknologien og mulighetene. Derfor setter vi på forhånd opp et titalls egne forslag som presenteres og diskuteres (se kapittel 2.7). Dette gir verdifull tilbakemelding og innspill til den videre prosessen.

Avslutningsvis antyder vi muligheten for å komme tilbake og demonstrere den ferdige appen.

Transkribering av intervjudata

Alle intervjuene transkriberes når intervjuet er ferdig. Større prosjekter setter ofte bort denne jobben til profesjonelle aktører men vi gjør det av naturlige grunner selv. Dette har også positive effekter ved at man får bearbeidet informasjonen og man får en enda dypere kunnskap og nærhet til stoffet (Dalen 2004).

Transkribering i seg selv inneholder flere utfordringer og valg (Kvale 2002) da man skal overføre en samtale som foregår i mange dimensjoner ned til ren tekst. Dette kan gjøres veldig formelt med et eget tegnsett for tankepauser, tonefall osv. Vi velger å gjøre det mer rett frem og fyller inn med naturlige ord for å øke forståelsen ved overgang fra muntlig til skriftlig språk. Likeledes blir språket formalisert til bokmål. Dette er det Dalen (2004) kaller «tykke beskrivelser». Opptakene fra intervjuene høres gjennom flere ganger for å sikre at transkripsjonen blir så korrekt og god som mulig.

Transkripsjonen sendes på epost til informantene slik at de kan komme med tillegg eller rettelser.

Det eksisterer forskjellig programvare til bruk under transkribering. Vi benytter *Express Scribe* fra NCH Software³⁰. Dette er et gratisprogram som fungerer bra bortsett fra dårlig håndtering av «æøå». Disse tegnene blir kodet feil noe som fører til at det blir uforståelige tegn ved kopiering av teksten over til tekstbehandlingsprogrammet. Dette rettes imidlertid enkelt opp med 3 «søk og erstatt»-operasjoner for hver fil.

Analyse og tolkning av intervjudata

Analyse, tolkning og framstilling av intervjudata er siste steg i denne fasen av prosjektet. Det betyr ikke at man venter helt til slutt med dette. Det vil naturlig være en mer eller mindre bevisst prosess som starter fra første intervju er gjennomført. Informasjonen man får underveis vil automatisk bli integrert i de etterfølgende intervjuene gjennom mer relevante oppfølgingsspørsmål og mer sans for å fange opp viktige detaljer.

Den formelle utførelsen som fører frem til resultatene i kapittel 4.1 utføres likevel etter at siste intervju er gjennomført. Det eksisterer en rekke metoder for denne delen av prosessen. Dalen nevner 9 forskjellige modeller (2004). Vår metodikk må sies å være en kombinasjon av flere av disse. Vi har brukt kvantifisering der det har vært naturlig mens i andre sammenhenger er det lagt vekt på uttalelser som er felles for flere av informantene og som tematiserer framstillingen. Variasjon og kontrast trekkes frem der dette anses som viktig for resultatet. Sitater som fanger opp essenser i materialet eller som er samlende for flere informanter er spesielt interessant å trekke frem.

Transkripsjonene er hovedkilden i denne prosessen men vi tar også frem opptakene fra intervjuene når det er nødvendig for å kontrollere detaljer direkte fra rådata. Egne notater fra intervjuene brukes også underveis i prosessen.

Det eksisterer kommersiell programvare som understøtter denne arbeidsoppgaven men vi benytter tekstbehandlingsprogram i denne fasen.

Kvale (2002) beskriver dette arbeidet som en tidkrevende og kreativ prosess som består av å produsere kunnskap. Fremgangsmåten vi bruker er enkel og grei men hadde nok

30 <http://www.nch.com.au/scribe/>

3 Metoder

vært vanskeligere med et større antall informanter eller lengre intervjuer.

Etiske hensyn

Kvale (2002) skriver at informanten ikke skal ta skade av å være med i en undersøkelse. Det er derfor viktig å fokusere på etiske hensyn gjennom hele prosessen.

Det åpenbare momentet her går på konfidensialitet for informantene. Dette er nøye tatt vare på i prosessen gjennom at navn, alder og arbeidssted er utelatt. Andre personlige trekk som utdanning er gjort så generell som mulig. Til sist er dette sikret gjennom et skriftlig samtykke fra informantene. En svakhet for denne undersøkelsen er at antall potensielle informanter er så pass lavt at det kanskje kan la seg gjøre å identifisere noen av de som er brukt. På den andre siden er det ikke oppfattet som spesielt følsom informasjon som utveksles.

Andre etiske momenter er om forskeren overtolker eller feiltolker informasjon slik at det skal passe bedre til eget syn eller egne mål. Dette mener vi ikke er aktuelt her da selve faget som omhandles ligger utenfor eget fagområde slik at vi ikke har noen egen prestisje å ta vare på. For å unngå mulighet for påvirkning er det også presisert før alle intervjuer at det ikke finnes riktige og gale svar i undersøkelsen.

Rapportering av kunnskapen vi har oppnådd gjennom undersøkelsen er gjort så systematisk og nøyaktig som mulig og med metoder som er beskrevet slik at våre data kan etterprøves i etterkant. Det skal dog nevnes at analyse og tolkning av kvalitative data alltid vil ha en viss grad av subjektivitet involvert (Kvale 2002).

Utvelgelse av informanter foregår også som beskrevet i metodekapitlet og uten etiske betenkeligheter.

Troverdighet

For å vurdere troverdigheten eller kvaliteten i resultatene må vi se på dens reliabilitet og validitet (Dalen 2004).

Reliabilitet i denne sammenhengen betyr at metoden skal være så godt beskrevet at andre forskere med lik bakgrunn og like forutsetninger vil komme frem til de samme hovedresultatene som oss. Vi har ivartatt dette punktet ved å redegjøre for prosessen som er fulgt.

Validiteten i denne sammenhengen går på forskerrollen, forskningsopplegg med utvalg og metoder, datamaterialet og tolkning og analyse (Dalen 2004). Vår egen tilknytning til tema er kort nevnt i forordet til denne rapporten. Dette har ikke medført noen rolleblanding eller fjernet objektiviteten fra rollen. Når det gjelder utvalget av informanter vurderes dette som bredt og variert. Metodene som er brukt er dokumentert og følger aktuell litteratur innen emnet (Dalen 2004; Kvale 2002).

Når det gjelder validitet til datamaterialet er det ikke gjennomført prøveintervju som anbefalt i litteraturen. Ut over det søker vi hele tiden å stille så åpne spørsmål som mulig. Dette for å gi informanten mulighet til å komme med det han har på hjertet angående emnet uten at det skal føles noe press eller påvirkning under intervjuene.

Oppsummering

Den valgte metoden for empirisk undersøkelse gir oss de data vi søker til dette prosjektet. Metoden er dokumentert i dette kapitlet og følger anbefalinger fra litteraturen.

Vi skal nå se på metoden brukt under programvareutviklingen.

3.2 Utvikling av demo-applikasjon

Dette kapitlet beskriver metoden som er brukt i andre hoveddel av prosjektet som er beskrevet slik i oppgaveteksten:

«Forslagene (til apper) skal evalueres og ett av dem tas videre og utvikles til en fullverdig test-applikasjon. Denne applikasjonen skal ved bruk av innebygde bevegelsesensorer demonstrere et bestemt emne i faget eller den skal benyttes som verktøy i et konkret forsøk.».

Det er med andre ord metoden brukt i utviklingsprosessen som skal dokumenteres i dette kapitlet.

3.2.1 Valg av metode

Denne delen av prosjektet består av systemutvikling³¹ og det er her snakk om utvikling av skreddersøm i motsetning til hylleware. Det vil si utvikling av programvare som er spesialtilpasset et bestemt brukersegment, nemlig personer som er involvert i fysikkfaget i skolen.

Valg av plattform inngår som et viktig punkt og i vårt tilfelle er dette allerede gitt. Plattformen er *iPhone 4* som betyr at operativsystemet er *iOS 4*. Dette betyr igjen at utviklingsverktøy også er gitt ved *Xcode*. Når det gjelder valg av programmeringsspråk finnes det noen alternativer. Vi velger å benytte *Objective-C* som anbefalt av Apple (se kapittel 2.5).

Når det gjelder valg av utviklingsmodell står vi fritt. Før valg av modell må vi se litt på kravene og rammene for prosjektet.

De konkrete kravene er få – faktisk bare tre: (1) Vi skal lage en iPhone-app som fungerer, (2) den skal benytte bevegelsesensorene i telefonen og (3) den skal utføre et reelt forsøk eller en demonstrasjon som dekker en del av pensumet til fysikkfaget.

Tidsrammen for prosjektet er gitt ved at hele prosjektet inkludert denne rapporten skal være ferdig innen en bestemt dato.

Ressursene er også gitt – vi har bare oss selv å stole på. Kunnskapen er da også gitt. Programmering i *Xcode* med *Objective-C* er relativt ukjent mark, slik at det er vanskelig å bestemme konkret hva som kan implementeres tidlig i prosessen. For å sikre at prosjektet kommer i mål med de gitte ressurser velger vi derfor å sette opp noen grunnleggende krav som må implementeres, mens andre krav får lavere prioritet.

For å implementere disse kravene velger vi en godt kjent, enkel og oversiktlig

³¹ Utvikling og anskaffelse av programvare, og brukes gjerne om større prosjekter med flere deltagere. Engelsk «Software Engineering».

utviklingsmodell.

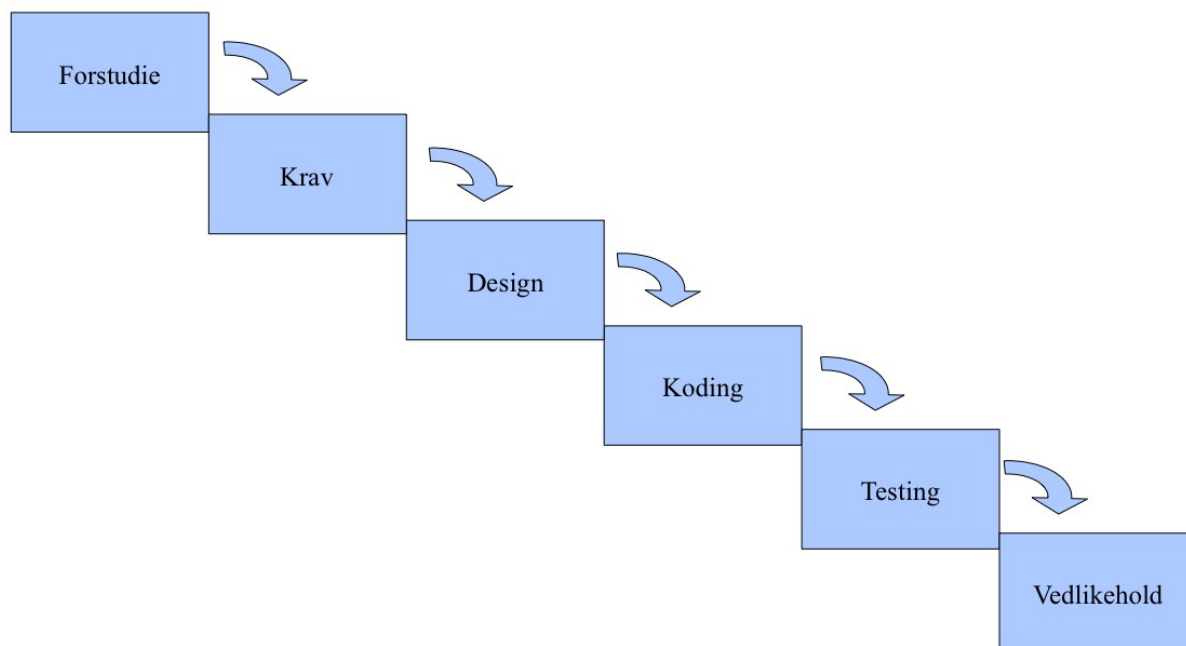
3.2.2 Vannfallmodellen

Den valgte modellen er kjent fra litteraturen som vannfallmodellen (Kjos, 2009). Som det går frem fra illustrasjonen på neste side er dette en sekvensiell og lineær modell som består av følgende *prosesser*:

- **Forstudie:** Studere teknologi som skal benyttes.
- **Krav:** Beskrive konkret *hva* systemet skal gjøre og andre karakteristikker ved systemet. Skiller normalt mellom funksjonelle krav som beskriver funksjonaliteten til systemet, og ikke-funksjonelle krav som beskriver andre kvaliteter ved systemet som for eksempel brukervennlighet, sikkerhet, ytelse og kompatibilitet mot flere plattformer.
- **Design:** Beskrive *hvordan* systemet skal fungere, dvs. hvordan systemet skal oppfylle kravene. Deloppgaver er å definere overordnet arkitektur/struktur, designe brukergrensesnitt, moduldesign hvor man splitter opp systemet i mindre moduler og til slutt algoritmedesign som beskriver problemløsingen på et enda lavere nivå.
- **Koding:** Produksjon av kodelinjer og skjermbilder ut fra krav, arkitekturen og design som spesifisert i foregående faser. Enhetstester inkluderes ofte i denne fasen, dvs. testing av små algoritmer og kodesekvenser.
- **Testing:** Testing av systemet opp mot kravene som er angitt. Systemtest skjer gjerne på forskjellige nivå og med forskjellige metoder. Inspeksjon av kode er en metode som er inkludert i denne fasen. Det skilles normalt på hvit-boks testing der den som utfører testen kjenner til systemets oppbygning og indre funksjonalitet. Denne delen gjøres gjerne av utvikleren selv. På den andre siden har vi svart-boks testing der man ser helt bort fra interne prosesser i systemet, og bare forholder seg til beskrivelsen av systemet fra kravspesifikasjonen.
- **Vedlikehold:** Denne fasen innebærer forbedringer av systemet ut fra tre hovedformål. (1) Spesialtilpasning av systemet som kan være å portere løsningen til en annen plattform. (2) Feilretting som innebærer å rette feil som blir oppdaget i systemet. (3) Oppdatering som innebærer implementasjon av forbedringer, innlegg av ny funksjonalitet osv.

Vårt prosjekt avsluttes før vi kommer til denne fasen slik at dette tema blir ikke omtalt mer i denne rapporten.

3 Metoder



Illustrasjon 14: Vannfallmodellen

Tanken er at man fullfører en prosess før man umiddelbart går over til neste prosess (Kjos, 2009). Det er ikke meningen at man skal kunne gå tilbake til en tidligere og avsluttet prosess. Dette er i praksis vanskelig å få til slik at man ofte ser varianter av modellen der tilbakekobling mellom prosessfasene er tillatt. Dette betegnes gjerne som den iterative utviklingsmodellen.

Utfordringene med modellen er at alle krav må kunne defineres tidlig og at utviklingsprosessen blir rigid i det at problemer som oppdages underveis dras med videre og kanskje løses først i vedlikeholdsfasen. Den egner seg dårlig i prosjekter som involverer andre grupper enn bare utviklerne f.eks. brukere av applikasjonen (Kjos, 2009).

Fordelen med modellen er at man får en ryddig prosess med god oversikt over status på fremdrift og der man kan fokusere på klare og enkle arbeidsoppgaver i hver fase.

Da vårt prosjekt er et veldig lite utviklingsprosjekt med bare én deltager er den valgte metoden både naturlig og hensiktsmessig. Vannfallmodellen sikrer at godt spesifiserte krav settes opp og at utviklingen er oversiktlig og lett å følge opp med tanke på status og fremdrift.

Vi produserer ikke formelle dokumenter fra hver fase noe som ville vært naturlig i større prosjekter. Eksempler på slike dokumenter er kravspesifikasjon, designmodeller på forskjellig detaljnivå og test-bok.

Repetisjon

På grunn av usikkerhet rundt hva som er mulig å få til og hvor lang tid utviklingen vil ta settes kravene opp i flere nivå. Etter at kravene på grunnleggende nivå er gjennomført og vi har en prototype av applikasjonen starter vi en ny gjennomgang av vannfallmodellen med nye krav, design, koding og test. Det endelige produktet består da av prototypen som er bygd på med nye lag i flere omganger.

Den endelige utviklingsmodellen kan derfor betegnes som en spiralmodell hvor vannfallmodellen er fulgt i løkke en eller flere ganger. Vi har likevel valgt å bruke metodenavnet vannfallmodellen da det er denne som har tatt frem en kjørbar prototype noe som kanskje er den viktigste milepælen i prosjektets gjennomføring.

Diskusjon

Utviklingsprosessen følger standard metode med utgangspunkt i vannfallmodellen. Dette fungerer veldig bra i vårt lille utviklingsprosess. Man kan kanskje bli lokket til å hoppe bukk over de innledende fasene i prosessen og gå rett på kodingen. Dette vil i vårt tilfelle høyst trolig forlenge prosessen da oppbygging og oppspalting av applikasjonen i metoder, variable, skjermbilder osv. måtte blitt gjort om flere ganger underveis.

Produktet er i høyeste grad skreddersøm. Et klassisk problem med denne type produkter er utviklingstiden («time to market»). I dette prosjektet er en demo-app utviklet i løpet av relativt kort tid. Utvikling av tilsvarende apper vil være enda raskere da mye vil kunne gjenbrukes og da gjerne løsninger som tar forholdsvis lang tid å løse første gang. Andre kjente problemer ved skreddersøm er manglende forståelse for kundes krav og behov. I dette prosjektet er ikke dette så relevant da vi selv velger hva som skal utvikles. Det vil eventuelt komme frem i kapittel 4.3 om vi traff med våre valg ut fra brukernes sitt synspunkt.

Etiske problemstillinger i forbindelse med utviklingsprosess og gjennomføring hører naturlig inn her. Dette går normalt på at dårlig arbeid kan medføre problemer som økonomisk tap, irritasjon og katastrofer. Botemidler for å holde høy kvalitet er god planlegging, nøyaktighet og fokus på kvalitetssikring. Vårt produkt er med respekt å melde veldig langt fra å være en kritisk applikasjon men også for dette punktet velger vi å henvise til evalueringen i kapittel 4.3.

Oppsummering

Metoden vi benytter fungerer godt i vårt prosjekt. Som nevnt er det av grunnleggende viktighet å få tatt frem en prototype som oppfyller de grunnleggende kravene. Med så mye usikkerhet i forhold til hva som lar seg gjøre på den korte tiden vi har til rådighet kan denne delen av prosjektet fort velte hele prosjektet hvis vi gaper over alt fra starten av.

Vi skal nå se på siste av de tre delene i prosjektet nemlig demonstrasjon av appen for fysikklærerne med etterfølgende evaluering.

3.3 Demonstrasjon og evaluering av applikasjonen

Dette kapitlet beskriver forskningsmetoden som er benyttet i tredje og siste del av prosjektet. Igjen gjengir vi den relevante delen fra oppgavebeskrivelsen for lesbarhetens skyld:

«Til slutt skal applikasjonen demonstreres for et utvalg lærere slik at en faglig vurdering av den pedagogiske effekten kan evalueres.»

Denne delen kommer naturlig nok etter at utviklingen er ferdig og består rett og slett av å presentere og demonstrere applikasjonen for et utvalg fysikklærere samt å få en faglig tilbakemelding fra dem.

3.3.1 Valg av metode

Denne delen av prosjektet er tett knyttet opp mot første del så de fleste punktene som er beskrevet i kapittel 3.1 er like relevante her. Kapitlene kunne vært slått sammen men vi har valgt å beholde en struktur i rapporten som tilsvarer sekvensen i prosjektets gjennomføring.

Metoden i denne runden er også kvalitative forskningsintervju men denne gangen har vi valgt den strukturerte modellen til erstatning for den semi-strukturerte. Forskjellen er at vi nå ikke er ute etter fortellinger eller dybdekunnskap fra informantene men heller korte og konsise tilbakemeldinger på helt spesifikke spørsmål.

Vi skal nå kort gå gjennom metodene og vurderingen i denne delen der disse avviker fra kapittel 3.1.

3.3.2 Gjennomføring

Forarbeide

Når det gjelder valg av informanter er det helt naturlig å benytte de samme lærerne som deltok i den empiriske undersøkelsen.

En egen intervjuguide er utarbeidet og kan studeres i detalj i vedlegg C.1. Guiden er tredelt der vi først redegjør kort for valget av applikasjon. Deretter blir funksjonalitet og virkemåte beskrevet og applikasjonen demonstreres i bruk. Likeledes tilbys det å overføre en resultatfil fra et forsøk til lærerens epost hvor filen kan åpnes og studeres nærmere. Siste del inneholder selve intervjuet der vi går gjennom et spørreskjema med 20 spørsmål. Som nevnt er dette et strukturert intervju slik at de fleste spørsmålene er av typen «ja/nei» eller at læreren skal angi en karakter mellom 1 og 5.

Det er ikke gjennomført prøveintervju i denne runden.

Gjennomføring

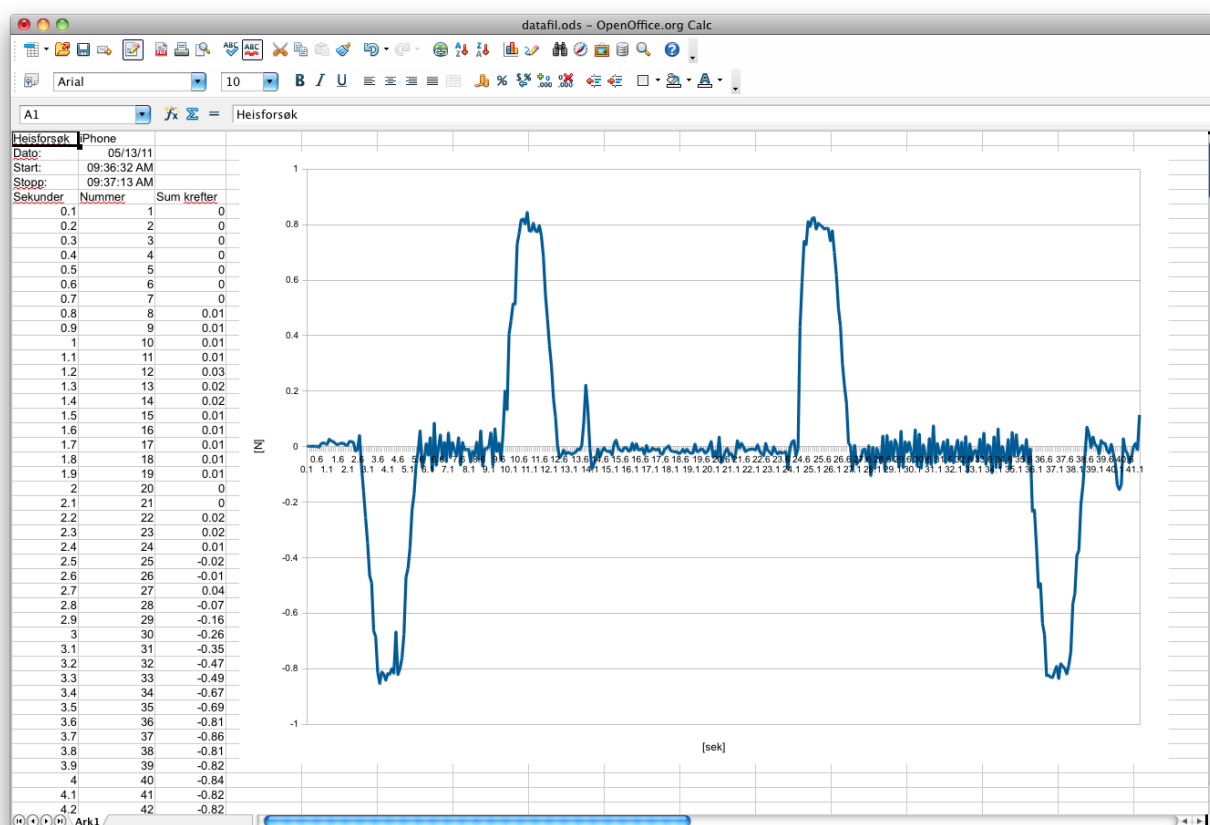
Møtene avtales per epost og vi setter varigheten til maksimum 30 minutter. Denne fasen kommer i en hektisk periode for lærerne der de gjerne er opptatt med tentamener eller eksamener. Derfor er det viktig å være rask og effektiv. Utenomstakk for å bli bedre kjent og få til en god atmosfære antar vi er unødvendig nå da vi allerede har pratet sammen for

3 Metoder

noen måneder siden.

Vi gjør ikke opptak av intervjuene da tilbakemeldingen er så korte og konsise at egne notater fungerer godt nok.

Hvis det ikke passer å kjøre et reelt forsøk har vi allerede lagret et forsøk på telefonen som brukes til demonstrasjon av graf og csv-fil. Likeledes tar vi med en utskrift av samme csv-fil som viser innholdet og et eksempel på hvordan en graf vil se ut i OpenOffice Calc. Illustrasjon 15 viser denne CSV-filen som forøvrig stammer fra samme forsøk som vi ser skjermbilde av i kapittel 4.2.



Illustrasjon 15: CSV-fil åpnet i OpenOffice Calc og graf er opprettet (egen skjermbilde)

Under innledningen og demonstrasjonen antar vi at samtalen flyter lett. I siste del må vi imidlertid stramme inn formen da det kan være krevende å få frem en evaluering med karaktersetting i en slik setting. For å unngå at evalueringen blir for snill i forhold til at de sitter ansikt til ansikt med personen som har utviklet applikasjonen presiseres det nøye at resultatet av prosjektet ikke er tjent med bare positive tilbakemeldinger og at det ikke er noen personlig prestisje involvert.

Avslutningsvis er det veldig viktig å takke for bidraget til prosjektet.

Etterarbeid

Etterbehandling av data i denne fasen gjøres enkelt. Resultatene fra utspørringen overføres rett inn i en tabell. I tillegg skrives alle utfyllende kommentarer fra intervjuene

3 Metoder

inn under tabellen og linkes til spørsmålet de tilhører.

Når det gjelder etiske hensyn og troverdighet fra denne undersøkelsen er dette i samsvar med beskrivelsen i kapittel 3.1

Oppsummering

Den valgte metoden for demonstrasjon og evaluering gir oss de data vi søker. Metoden er i hovedsak dokumentert i kapittel 3.1 med utfyllende punkter i dette kapitlet og følger anbefalinger fra litteraturen (f.eks. Dalen 2004; Kvale 2002).

3.4 Oppsummering

Vi har nå beskrevet så nøyaktig som mulig de forskningsmetodene som er brukt i prosjektet. Ideelt sett skal personer med tilsvarende bakgrunn kunne gjenta forsøkene med omtrent samme resultat.

Når det gjelder den empiriske undersøkelsen er det flere momenter som vil gi nyansedifferensier fra person til person. F.eks. fokus på hva man skal spørre om eller tolkning av resultatene.

Programvareutviklingen vil helt sikkert gi et annet resultat på det visuelle feltet, men selve funksjonaliteten vil nok i all hovedsak bli lik. Kanskje en annen person ville valgt å utvikle en annen applikasjon.

Spørreundersøkelsen er nok den delen som vil gi mest likt resultat med den brukte metoden.

I neste kapittel presenterer vi resultatene fra gjennomføringen av prosjektet.

4 Resultater

Dette kapitlet inneholder en presentasjon av de viktigste resultatene fra prosjektet og er delt i tre hoveddeler. Oppdelingen samsvarer med organiseringen av metodekapitlet og dermed hoveddelene i oppgaveteksten. Først går vi gjennom resultatene fra intervjuene med fysikklærerne, deretter ser vi på resultatene fra utviklingsdelen før vi runder av med resultatene fra evalueringen av applikasjonen.

4.1 Empirisk undersøkelse

Som beskrevet i kapittel 3.1 gjennomføres undersøkelsen ved kvalitative semi-strukturerte forskningsintervju. Vi går nå gjennom de viktigste funnene fra undersøkelsen.

4.1.1 Informanter

Prosessen med å få tak i informanter ble opplevd som overraskende tung spesielt i starten. Etter flere runder med søk etter potensielle kandidater ender vi opp med å sende henvendelse til totalt 15 kandidater. Flere lærere svarer at de er positive til prosjektet men at de ikke har anledning til å stille opp på grunn av andre oppgaver. Av disse 15 stiller 4 lærere opp som informanter til prosjektet. Det ideelle er å ha en liste med kanskje 10 informanter som vi kan velge blant. Vi vil imidlertid presisere at våre 4 informanter er opplevd som absolutt tilfredsstillende og gode. Antallet passer også godt i forhold til arbeidsbelastning og tidsrammer for prosjektet.

De 4 informantene har en fin spredning. Begge kjønn er representert ved 1 kvinne og 3 menn. Alle aldersklasser er representert ved at vi har en lærere i 30-årene, en i 40-årene, en i 50-årene og en i 60-årene. Snittalderen er akkurat 50 år. Erfaring fra skoleverket har tilsvarende fordeling med 23 års erfaring som snittverdi. Utdanning er også godt fordelt der en har hovedfag fysikk, en er cand.scient med fysikk grunnfag, en er sivilingeniør fysikk og matematikk mens den siste er cand.mag med fysikk grunnfag. Alle har pedagogisk utdanning i tillegg og uttrykker at de trives med å jobbe i skolen. To av dem har selv iPhone og kjenner til noen av mulighetene denne gir, mens de to andre er helt ukjente med teknologien.

Fordelingen vår passer godt med resultatene fra f.eks. FUN-undersøkelsen³² fra 2000-1 (Lie et al. 2008) som opererer med en snittalder for fysikklærere på 52 år og med 21 års undervisnings erfaring. Kjønnfordelingen også god der FUN opererer med 10% kvinner. Når det gjelder utdanning rapporterer FUN at alle fysikklærerne har minimum grunnfagsutdanning i fysikk, det samme som vi har. FUN har 87% med utdanning på minimum hovedfag/mastergrad og vårt tall 75% er så nært vi kan komme.

4.1.2 Gjennomføring

Vi opplever at alle intervjuene er gjennomført i en åpen og god atmosfære. Som det fremgår av transkripsjonene (vedlegg A.3 – A.6) er det relativt stor forskjell i varighet og innhold for de 4 intervjuene. Dette skyldes i hovedsak hvor mye informantene snakket om

³² FysikkUtdanning i Norge. Et forskningsprosjekt gjennomført av Universitetet i Oslo.

4 Resultater

emnene og trolig hvor mye tid de hadde tilgjengelig. Et annet moment er at vi etter hvert intervju tilegner oss ny og dypere kunnskap om emnet og kan dermed stille mer relevante oppfølgingsspørsmål. Vi antyder i innkallingen at varigheten er omtrent 1 time men de fleste varte nok nærmere 1,5 time.

Intervjuguiden fungerer godt og helt etter sin hensikt. Vi kjenner innholdet godt og kunne gjerne brukt en enklere variant i stikkordsform men guiden er også viktig for å dokumentere dette arbeidet.

Transkripsjon av intervjuene er en tidkrevende prosess. Opptakene gjort på iPhone fungerer meget bra og dataprogrammet som er brukt fungerte bra bortsett fra problemer med norske tegn som nevnt tidligere. Under første intervju ble opptaket avbrutt på grunn av et innkommende anrop (som naturligvis ikke ble besvart). Dette medførte at opptaket stoppet noe vi ikke hadde testet ut på forhånd. Derfor mangler noen minutter med rådata fra dette intervuet.

Vi skal bruke resten av kapitlet til å presentere de viktigste funnene fra den empiriske undersøkelsen.

4.1.2 Læreverkene

Alle de 4 lærerne i vår undersøkelse benytter «Rom Stoff Tid». Dette stemmer ikke så godt med andre undersøkelser og markedsandeler som viser omtrent lik fordeling mellom de to læreverkene (Halsan 2009). Vi velger å tro at dette er litt tilfeldig. Alle 4 har erfaring med «Ergo» og har benyttet denne tidligere. Hvis vi hadde undersøkt for 5 år siden eller 5 år frem i tid ville trolig denne fordelingen vært annerledes.

Et interessant poeng er at alle 4 benytter nettstedet til læreverket og flere bruker også nettstedet til «Ergo» - Lokus. Det siste oppleves av flere som mer levende og oppdatert i motsetning til RSTnett som kan være mer statisk i sitt innhold. Det er ikke beskrevet noen organisert bruk av «RSTnett» i forhold til elevene, men elevene oppfordres gjerne til å bruke det (Intervju #3):

«Vet ikke hvor aktivt det (RSTnett) brukes (av elevene) men jeg prøver alltid å henvise til det når jeg skal demonstrere ting for å oppfordre til bruk.»

Det nevnes også at Lokus legger ut utfyllende stoff til kapitler i «Ergo» der forfatterne har fått tilbakemelding på var litt svake (Intervju #2):

«.. de (Ergo) har lagt ut en del ekstra materiale på sine nettsider.»

Dette anser vi som en meget godt måte å anvende Internett på og bør stå som et godt eksempel for andre! Lokus er imidlertid avgiftsbelagt for elevene og hvordan dette slår ut i bruk er ikke avklart i vår undersøkelse (Intervju #4):

«Jeg har ikke noe erfaring med dette (bruk av Lokus sidene) men elevene skal jo ikke betale noenting..»

4.1.3 Verktøy i bruk

IKT-verktøy

Hvis vi ser på bruken av IKT-verktøy sier alle 4 at de bruker PC med office-verktøy i fysikkfaget. I tillegg benyttes Internett for å søke opp filmer og animasjoner som brukes til å demonstrere fysiske prinsipper og forsøk som ikke kan gjøres på eget laboratorium. Flere nevnte YouTube som en god kilde for slike ting.

Internett brukes også for å søke etter programmer for demonstrasjon av fysikk. F.eks. for å finne makroer som kan kjøres i Exel for å animere ballkast.

3 av lærerne benytter programmet GeoGebra, et gratisprogram spesiallaget for læring og undervisning der man enkelt får frem interaktive grafer, algebra og regneark.

Nå som digital lydbehandling er en del av pensum brukes også egnet programvare for å behandle lyd brukt. Her er det forskjellige (gratis-) programmer i bruk.

I tillegg har alle skolene et administrasjonssystem for elever og lærere som blir brukt til å legge ut meldinger, levere inn øvinger osv.

Oppsummert kan vi si at lærerne bruker små programmer og snutter for animasjon spesiallaget for ett bestemt formål. Det er uttrykt ønske om et større programsystem som kan dekke alt eller store deler av pensum da mye tid går med til å finne det man hadde behov for (Intervju #3):

«Vi bruker kanskje litt for mye tid til å finne tak i stoffet fordi det er mye som er artig å se på når man først er der (på YouTube).»

Dataloggere

3 av lærerne benytter dataloggere aktivt i det pedagogiske arbeidet. Den læreren som ikke bruker datalogger har gjort det tidligere men sluttet for noen år siden på grunn av utdatert utstyr (Intervju #4):

«Med så gammelt (datalogger-) utstyr er det lett for at det blir mer fokus på å få utstyret til å fungere enn fysikken så..»

Den aktuelle skolen hadde forøvrig ikke investert i datalogger-utstyr siden det ble innført i forbindelse med Reform94.

Resultatene våre stemmer godt med Danielsen sine resultater (2008) som viser at mellom 10 og 20% av fysikklærerne ikke benytter dataloggere.

Sensorer som brukes er i hovedsak knyttet til krefter og bevegelser dvs. kraftmålere og forskjellige bevegelsesensorer. I tillegg benyttes spenningsmåler en del og likeledes sensorer for lyd og lys.

Én av lærerne bruker dataloggeren uten å koble til PC da skjerm og enkle utskrifter er tilstrekkelig for å få ut resultater. De andre to benytter mye tid til etterbehandling av data på PC.

Når det gjelder styrken ved å kunne bruke datalogger i faget er visualisering trukket frem av flere. Det å kunne visualisere f.eks. en bevegelse gjennom en graf blir påpekt som

4 Resultater

meget viktig for elevene. Mange elever sliter med å se sammenhengen mellom en bevegelse og tilsvarende graf eller sammenhengen mellom grafene til f.eks. hastighet og akselerasjon. Andre momenter som nevnes er at det bidrar til å vekke nysgjerrighet hos elevene. Dessuten får man gode og nøyaktige måleresultat som kan benyttes i forsøk. Ingen negative sider nevnes hvis vi ser bort fra begrunnelsen til læreren som har valgt å kutte ut bruken av datalogger i undervisningen.

Når det gjelder evaluering av verktøyet Pasco, som alle 3 benytter, blir brukervennligheten nevnt som et viktig og positivt moment selv om opplæringen kan være bedre for lærerne (Intervju #2):

«Ja, det (Pasco) er lett å ta i bruk. Men likevel er det en terskel for mange lærere. (...) De fleste elevene tar det greit med de må også ha opplæring. (...) Grensesnittet og enkelheten i bruk er fordelene med Pasco (kontra andre).»

Dette stemmer også godt med Olsen (2006) som viser at 45% av fysikklærerne føler stort behov for etterutdanning innen bruk av dataloggere.

På negativ side ble pris for instrumentet og ikke minst prisen per sensor tatt frem.

Andre verktøy

Alle lærerne benytter fortsatt de «gode gamle» rekvisittene som har hatt en naturlig plass på fysikkklubben i mange tiår. Dette emnet blir ikke detaljert undersøkt under intervjuene men type utstyr samsvarer med det vi viste i kapittel 2 som f.eks. kuler, baller, klosser, fjærer og vekter.

Det understrekes av flere at disse enkle rekvisittene er ideelle til sitt bruk og at det ikke er noe mål å erstatt dette med mer fancy utstyr (Intervju #2):

«Det som er viktig er at de (IKT-verktøyene) brukes der du kan oppnå noe mer enn ved hjelp av enklere midler. Det er ikke noe vits i å bruke slike verktøy der du kan gjøre det på en enklere måte. Det er viktig.»

4.1.4 Mulige applikasjoner

Siste del av intervjuene brukes til å diskutere mulige apper vi kan lage til iPhone som passer inn i faget. 2 av lærerne har iPhone selv og er naturlig nok litt mer kjent med teknologien.

Vi får ingen konkrete forslag til apper fra lærerne bortsett fra én som går ut på å ta opp lyd med telefonen for så å vise konvertering til digital lyd der samplingsrate kan varieres. Dette er i og for seg et interessant forslag men utenfor rammene for oppgaven da vi skal se på bruk av bevegelsesensorene.

Vi forutser at lærerne ikke kommer opp med konkrete forslag tatt i betraktning deres bakgrunn og den korte tiden som er satt av. Det er derfor satt opp en del egne forslag som gjengitt i kapittel 2.7. I praksis er det disse forslagene som gjennomgås i denne delen av intervjuene.

Vi får klar tilbakemelding fra alle lærerne om at følgende apper kommer på siden av pensum: Flyvinge, Lysbryting og Optikk. Dette på grunn av endringer i læreplanene som

4 Resultater

har medført mindre eller ingen fokus på tema som tas opp i disse appene.

Magnetfelt appen vekker stor interesse fra flere da denne vil vært noe helt nytt som ikke eksisterer i dag og effekten vil være nyttig. Vi er imidlertid enig om at magneten med stor sannsynlighet er for unøyaktig til å få et godt resultat.

Friksjonforsøket og Uavhengighetsprinsippet rangeres som noe vi kan kalle «greit nok». De dekker tema fra pensum men resultatet fra disse er kanskje ikke så veldig nyttig eller interessant.

Ballkast, Pendelforsøk, Heisforsøk og Akselerasjon/fart blir alle vurdert som meget interessante av flere lærere.

Vi diskuterer også selve utformingen av en slik app. Det er stort sett enighet om å lage en helt enkel app som går rett på et konkret forsøk uten noe mer innpakning. Dette er en avgjørende korreksjon for våre del da vi i utgangspunktet har tenkt i litt andre baner. Vi ser for oss en mer komplett app som kan inneholde litt historie og teoretisk bakgrunn før forsøket gjennomføres. Avslutningsvis kan vi legge inn en diskusjon rundt resultatene og kanskje en liten quiz-mulighet. Etter møtet med lærerne er det klart at vi skal fokusere bare på å gjennomføre et forsøk.

4.1.5 Oppsummering

Den empiriske undersøkelsen er spennende og lærerik. Vi får god innsikt i hvilke verktøy som brukes i faget og det blir gitt åpne og klare tilbakemeldinger på de appene vi forslår. Informantene oppleves som gode representanter for fysikklærerne og alle 4 er positive til prosjektet og uttrykker stor interesse for å få demonstrert appen når den er ferdig.

Flere så klare muligheter med en iPhone-løsning spesielt med at det er utstyr man alltid har med seg likevel (Intervju #1):

«.. gå seg en tur i klasserommet med telefonen og så se hvordan dette blir grafisk.»

Og (Intervju#2):

«.. kan ta med seg telefonen og hoppe ut av vinduet ..».

Alle skolene vi besøkte har WiFi-nett som er åpnet for elevene. I tillegg har alle elever i første årstrinn gratis PC gjennom skolen. Dette vil ha innvirkning for fysikkfaget først neste skoleår da fysikk undervises på andre og tredje årstrinn.

Denne delen av prosjektet tar lengre tid enn først antatt og det er en viktig milepæl når vi avslutter denne fasen.

4.2 Utvikling av demo-applikasjon

Vi skal nå gå gjennom resultatet fra hver av prosessene i vannfallmodellen. For å gjøre det mest mulig lesbart og forståelig settes hver fase opp bare en gang i denne rapporten selv om vi som nevnt går flere runder gjennom fasene i modellen.

4.2.1 Forstudie

Under forstudiet gjør man normalt en studie av den teknologien som skal brukes i utviklingsprosjektet. Denne delen er oppsummert i kapitlene 2.3 – 2.5 i denne rapporten.

Vi fokuserer forstudien inn på en analyse av mulige apper som kan utvikles og som ender opp med å velge vår app. Det er naturlig å undersøke i markedet om det allerede eksisterer en løsning. Dette er gjort som beskrevet i kapittel 2.2.

Helt i starten av prosjektet gjennomfører vi en kreativ prosess der vi ut fra egne erfaringer med fysikkfaget setter vi opp 10 konkrete forslag til mulige apper som referert i kapittel 2.7. Disse forslagene diskuteres med 4 fysikklærere under intervjuene som referert i kapittel 4.1.

Etter intervjurunden er antallet redusert og til 7 kandidater. Vi skal nå gå litt mer i dybden på hver av disse kandidatene for å se hvem som er mest egnet i forhold til omfang dvs. tidsforbruk, muligheter for ønsket input og output og i hvor stor grad appen vil kunne svare på forhåpninger fra fysikkfagets side samt svare på spørsmålene i prosjektet. Et siste moment er hvor egnet iPhone er som verktøy til forsøket i forhold til eksisterende utstyr. Det er et klart mål etter tilbakemeldinger fra lærerne at appen må tilføre noe nytt og ikke bare erstatte noe som fungerer bra i dag.

– **Magnetfelt:**

Beskrivelse:

Tanken er at man opererer med et avgrenset område, f.eks. en arbeidsbenk eller et lite rom. En modell av dette området er input til appen. Her ser vi for oss en enkel tegning eller kanskje bruk av det innebygde kamera i en slags registreringsmodul. Innenfor det gitte området befinner det seg elementer som er omgitt av et magnetfelt. Disse elementene er markert i modellen og kan være alt fra en magnet til en dataskjerm. Telefonen starter på et gitt sted, gjerne i et hjørne, og flyttes sakte rund på området. Hensikten er å registrere magnetfeltets retning og styrke ved hjelp av det innebygde magnetometeret. Samtidig må appen holde nøye kontroll på hvor telefonen befinner seg innenfor området ved hjelp av bevegelsesensorene. Sluttresultatet er en animasjon av området der magnetfeltet er tegnet inn slik at man ser avvik på grunn av feltet rundt elementene som er plassert der. Er man svært avansert kan dette gjøres i 3 dimensjoner slik at både horisontalt og vertikalt magnetfelt kommer med. Dette vil gå greit i forhold til registrering med bevegelsesensorene men visualiseringen kan bli en stor utfordring.

Evaluerings:

Det er kanskje det forslaget som vekker størst begeistring. Det som gjøres av forsøk rundt magnetfelt i dag er veldig enkle forsøk som gjerne mangler retning på feltet. Det store spørsmålet rundt denne appen er imidlertid om følsomheten på magnetometeret er god nok. Flere lærere presiserte at feltstyrken som benyttes i fysikkforsøkene er veldig lav. Vi har foretatt en veldig enkel undersøkelse av følsomheten ved hjelp av Kompass-appen som ligger med fra Apple. Med denne appen aktiv ser vi på utslaget i nærheten av forskjellige magnetfelt samtidig som vi sammenligner med utslagene fra et orienterings-kompass i samme område. Ut fra denne testen er det mye som tyder på at følsomheten ikke er god nok til å få

4 Resultater

animert et magnetfelt som er nøyaktig nok. For å bekrefte dette mer nøyaktig må vi utvikle store deler av grunnfunksjonaliteten til appen og med prosjektets tidsrammer anser vi det som for risikabelt. Konklusjonen blir derfor at denne appen ikke er aktuell for prosjektet.

– **Pendelforsøk:**

Beskrivelse:

Dette er den første ideene som kom opp under brainstorming-sesjonen. Vi tenker umiddelbart på den kjente historien der Galileo Galilei sitter i kirken i Pisa og funderer på svingningene til de store lysekronene som henger i taket (Matthews 1989). Applikasjonen kan være en kopi av Galileos forsøk der han ser på pendelbevegelsen ved å variere de tre variablene startvinkel, snorlengde og masse til loddet i pendelen. Loddet i vår app vil være telefonen som henges opp i en slags galge med en snor. Andre muligheter for appen er å se på kreftene som virker på loddet eller hastighet og akselerasjon til loddet i de forskjellige fasene av pendelen.

Evaluerings:

Dette forsøket blir godt mottatt av lærerne. Flere gjør lignende forsøk med eksisterende utstyr i dag. En utfordring med dette forsøket er antall svingninger som skal kunne kjøres. Enkle forsøk ved å henge opp telefonen i en tråd viser at den etter kort tid vil begynne å svinge og da må vi plutselig forholde oss til tre plan. Dette er ikke noe stort problem i forhold til å registrere bevegelser og krefter men visualiseringen blir en utfordring. Forsøket krever også at man har ekstra utstyr for å henge opp telefonen noe som nok finnes på de fleste fysikklaboratorier. Den største utfordringen er å få en nøyaktig avlesning av startvinkelen. Telefonen kan finne nøyaktig vinkel med det krever at snoren mellom lodd og innfesting er helt rett og parallell med telefonens retning. Et annet alternativ er å bruke en stor gradskive for å lese av vinkelen. Begge disse alternativene gir en unøyaktig avlesning.

– **Uavhengighetsprinsippet:**

Beskrivelse:

Forsøket utføres ved å slippe telefonen en gitt vertikal distanse i to omganger. Første gang gjøres det ved å slippe telefonen loddrett ned mens den andre gangen får telefonen en startbevegelse i horisontalplanet. Poenget er å vise at bevegelsen i vertikalplanet er lik for de to forsøkene. Applikasjonen må registrere tidsforbruk på bevegelsen og den må registrere strekning som er tilbakelagt i 2 plan.

Evaluerings:

Start og stopp av målingene bør kunne gjøres automatisk. Dette er en relativt triviell algoritme der bevegelsesensorene slås på manuelt ved oppstart av appen. Deretter kontrolleres endring i bevegelse i en løkke helt til en så stor endring blir detektert at vi kan anta at noe har skjedd, og dermed starter tidtakingen. Tilsvarende algoritme kan benyttes til å registre at telefonensbevegelse har stoppet. En utfordring er å få den vertikale bevegelsen like lang i de to kjøringene. Her kan vi også se for oss at appen ordner dette selv ved at stoppfasen i det lengste forsøket blir kuttet på riktig tidspunkt. Den største utfordringen er praktisk gjennomføring av forsøket med startbevegelse i horisontalplanet. Her er det viktig

4 Resultater

at påført kraft er vinkelrett på fallretningen så vi ser for oss bruk av en eller annen mekanisk innretning som gir telefonen et puff ved starten. Det trengs også noe utstyr for å sikre at telefonen ikke ødelegges ved fallet. Dette er også et forsøk som gjøres med eksisterende utstyr i dag.

– **Akselerasjon:**

Beskrivelse:

Her er tanken at telefonen legges på en vogn som slippes ned en bane. Det er flere muligheter for output men en åpenbar løsning er visualisering av akselerasjon og hastighet i en graf. Helningsvinkel på banen må kunne justeres slik at man kan studere hva som skjer med grafene ved forskjellig helningsvinkel. Det må implementeres algoritmer som automatisk detekterer start og stopp av registreringene som antydnet i forsøket over.

Evaluerings:

Som for mange andre forsøk vil bevegelse i tre plan være en utfordring for visualisering av resultatet. Forsøket bør derfor begrenses til to plan. Forsøket vil også kreve at man har en del tilleggsutstyr på laboratoriet da det må rigges opp en vognbane med vogn for å feste telefonen på og med en kontrollert måte å stoppe vognen på. Dette er også forsøk som det utføres varianter av i dag med Pasco-utstyr.

– **Heisforsøk:**

Beskrivelse:

Dette er en variant av et forsøk vi er kjent med fra egne dager og som fortsatt gjennomføres av flere lærere. Poenget er å se på Newtons lover og da spesielt den andre³³ ved å se på kreftene som virker på oss under en tur med heisen. Hvis vi deler turen i 3 faser - akselerasjon, konstant hastighet, oppbremsing – vil akselerasjonen og dermed summen av kreftene være null i den midtre fasen. Applikasjonen skal registrere bevegelsene under heisturen og skrive ut en graf som viser summen av de loddrette kreftene som virker på telefonen som en funksjon av tiden.

Evaluerings:

Gjennomføringen av dette forsøket i dag skjer ved at to elever tar med seg en gammeldags badevekt med viser på heistur. Den ene eleven står i ro på vekten mens den andre eleven leser av vekten med jevne mellomrom. Dette blir naturlig nok en veldig unøyaktige målinger men det er et morsomt forsøk og resultatene som kommer frem er ofte overraskende ved første øyekast. Vi kan også se for oss at forsøket utføres ved hjelp av målere fra Pasco men det vil kreve at kostbart utstyr tas med ut fra fysikklaboratoriet og skolens område. En iPhone-app vil være veldig enkel da den bare krever at man tar med seg telefonen – som man alltid har med likevel – og finner en heis som kan kjøres.

– **Ballkast:**

Beskrivelse:

I dette forsøket er det tenkt å bruke telefonen som «ballen» i et skrått kast hvor bevegelsesensorene registrerer strekning både horisontalt og vertikalt, samt

33 Summen av kreftene på et legeme er produktet av legemets masse og dens akselerasjonen.

4 Resultater

hastighet og akselerasjon gjennom hele bevegelsen. Start og stopp må som for noen av de tidligere forsøkene detekteres automatisk. Output kan være forskjellige grafer som viser ett eller flere av måleparametrene som en funksjon av tiden.

Evaluerings:

Det springende punktet for denne appen er sikkerhet i forhold til ikke å ødelegge telefonen. Et kontrollert forsøk hvor man pakker telefonen godt inn i f.eks. skumplast vil nok ikke være farlig for apparatet hvis vi tenker oss avstander under 10 meter, men brukervennligheten vil nok oppleves som dårlig. I en klassesituasjon vil dette være mindre kontrollerbart og faren for at noen kan få ødelagt sin kostbare telefon i en aktivitet i skolens regi er så pass stor at vi anser det som lite ønskelig. En enklere variant av dette forsøket gjøres i dag med Pasco-utstyr.

– **Friksjon:**

Beskrivelse:

Her skal vi undersøke friksjonskraften mellom telefonen og forskjellige typer underlag. Dette kan gjøres ved at telefonen legges på en flate som så rolig bikk oppover helt til telefonen begynner å skli. Bevegelsesensorene registrerer nøyaktig når telefonen begynner å bevege seg i en «ny» retning i forhold til bevegelsen som påføres underlaget (det vil si omtrent 90 grader forskjell på de to retningene) og i akkurat det øyeblikket må telefonens vinkel i forhold til horisontalplanet registreres og lagres. Forsøket gjentas så med forskjellige underlag og man kan sammenligne vinkelen som trengs f.eks. i et søylediagram.

Evaluerings:

Dette er et forsøk som er relativt enkelt å utvikle i en app. Spørsmålet er hvor mye det vil gi elevene i forhold til noe som kan gjøres med enklere midler. Om vinkelen er 32 eller 24 grader er kanskje ikke så interessant heller. Dessuten anser vi dette for å være en meget enkel utvidelse av akselerasjonsforsøket slik at det eventuelt kan legges inn som en ekstra funksjon der.

Ut fra denne runden setter vi opp en prioritert topp-3-liste. Vi starter utviklingen med første kandidat som mål. Hvis det viser seg ikke å føre frem går vi til neste kandidat. Dette er en kort begrunnelse for rangeringen:

1. **Heisforsøk**

Dette er et velkjent forsøk som utføres med helt andre hjelpemidler med dårlig målekvalitet i dag. Resultatet er ofte overraskende for elevene og etterarbeide der elevene må forklare hva som skjer i de forskjellige fasene av bevegelsen antas å ha stor pedagogisk effekt. Det som likevel er det avgjørende momentet er at forsøket er så enkelt å gjennomføre. Man tar med seg telefonen og finner seg en heis.

2. **Akselerasjon**

Et veldig aktuelt forsøk som absolutt vil være en flott app på iPhone. Det som kanskje trekker ned er at mye av det vi gjør her allerede finnes. I tillegg krever forsøket rigging av en del utstyr på lab.

3. **Pendelforsøk**

Det forsøket vi først tenkte på og som var mest interessant med linken tilbake til Galileo. Det vi da så for oss var en mer helhetlig app der man først trakk frem litt

4 Resultater

historie og teorien bak. Deretter kunne forsøket gjennomføres før man til slutt kunne ha en evaluering med en quiz. Det ble imidlertid fort klart at en slik omfattende app ikke er ønskelig i undervisningssammenheng. En enklere variant er også interessant å utvikle. Forsøket krever en del tilleggsutstyr og en god og nøyaktig løsning på startvinkel vil være en utfordring. Likeledes blir det en utfordring å håndtere svingning som kommer på pendelen.

Med fasit i hånd viser det seg at heisforsøket blir utviklet etter intensjonen. Derfor vil de kommende kapitlene som beskriver resterende faser i vannfallmodellen bare omhandle denne appen.

Navnet vi velger å sette på appen var enkelt og greit *HeisApp*.

4.2.2 Krav

I denne fasen ser vi på egenskaper appen må ha for å løse oppgaven på en god måte.

Som nevnt tidligere er prosesskravene allerede avklart tidligere i prosessen: Plattformen er iPhone 4, operativsystem er iOS 4, utviklerverktoy er Xcode SDK og programmeringsspråk er Objective-C. Fra forstudiet er HeisApp valgt som tema for appen.

Vi skal nå se på produktkravene og som nevnt i kapittel 3.2 setter vi opp kravene i forskjellige nivå etter prioritet. Første rundt med utvikling innebærer å ta frem en prototype som minimum dekker opp kravene i oppgaven men kanskje ikke så mye mer. Disse grunnleggende krav setter vi opp som kategori 1 krav dvs. absolutte krav. Neste kategori vil inneholde krav som vi bør implementere for å få en god app, mens siste kategori kommer i klassen for «kjekt-å-ha».

Innenfor hver kategori skiller vi på funksjonelle krav og ikke-funksjonelle krav. Funksjonelle krav omhandler funksjonalitet for appen og vil gjerne beskrive brukstilfeller. Ikke-funksjonelle krav går mer på hvilke kvaliteter appen skal ha som f.eks. ytelse, sikkerhet og brukervennlighet.

Dette er kravene innenfor de forskjellige kategoriene med en kort forklaring.

Kategori 1 krav

Funksjonelle krav:

- 1.1: Brukeren skal styre/bestemme når et forsøk starter og stopper. Start og stopp av registrering skal med andre ord skje manuelt fra brukeren til appen. Som nevnt i kapittel 4.2 vil en algoritme som automatisk detekterer start og stopp være antatt triviell å utvikle men i denne sammenhengen ser vi ikke nytten med en slik løsning.
- 1.2: Summen av de loddrette kreftene som virker inn på telefonen og tiden fra start skal registreres. Dette er rådata vi trenger for visualisering.
- 1.3: En graf som viser positive og negative krefter som en funksjon av tiden skal animeres på skjermen. Presentasjon av måledata skal kjapt kunne tas frem på skjermen etter endt heistur.
- 1.4: Det skal lages løsninger for å gi brukeren hjelp når appen kjører. Realiseres f.eks. med en egen hjelpeside som brukeren kan velge å åpne hvis noe er uklart.

4 Resultater

Ikke-funksjonelle krav:

- 1.5: Måletiden som skal dekkes går fra lavest mulige (1 sekund) til noen minutter (f.eks. 5 minutter).
- 1.6: Applikasjonen skal være robust i forhold til at buffer eller filer som går full ikke skal medføre kræsje.
- 1.7: I følge designforslag fra Apple (2011c) bør samplingsraten for registrering være minimum 60 Hz.
- 1.8: Applikasjonen skal kunne kjøre på iPhone 4 med iOS4 installert.
- 1.9: Brukergrensesnittet skal gi en enkel og intuitiv flyt gjennom et normalt forsøk.

Kategori 2 krav

Funksjonelle krav:

- 2.1: Rådata skal kunne overføres til datamaskin i form av en fil ved å bruke epost og den nettilgang som er tilgjengelig (WLAN, GPRS, UMTS).
- 2.2: Kalibrering av sensorene må være mulig. Dette for å få målinger mest mulig korrekt der summen av kreftene er nær 0.
- 2.3: Flere forsøk skal kunne lagres på telefonen. Dato og klokkeslett for forsøket skal brukes til å identifisere de forskjellige kjøringene.
- 2.4: Lagrede forsøk skal kunne slettes fra telefonen
- 2.5: Brukeren skal kunne velge hvilket forsøk som skal vises i grafvinduet og sendes som fil til datamaskin.
- 2.6: Graf-bildet skal fylle ut hele skjermens bredde og høyde uavhengig av lengde på forsøk og maksimalt/minimalt utslag på kreftene.

Ikke-funksjonelle krav:

- 2.7: Applikasjonen skal starte raskt opp fra skrivebordet på iPhone. Dette er kanskje et vagt krav, men et kjent problem med mange apper er at oppstarttiden er lang.
- 2.8: Applikasjonen skal være intuitiv i bruk og kreve minimalt med opplæring for en bruker som er komfortabel med grensesnittet på iPhone.
- 2.9: Måledata som sendes på fil med epost skal ha likt innhold med data som kommer frem i graf-bildet. Dette for å sikre dataintegritet i appen.
- 2.10: Applikasjonen skal gjennom bruk av grafikk, bilder og ikoner ha et tydelig og rent design.
- 2.11: Innkommende telefonanrop og SMS skal håndteres på en god måte.

Kategori 3 krav

Funksjonelle krav:

4 Resultater

- 3.1: Det skal være mulig å se grafen fortløpende under måling.
- 3.2: Listen over lagrede forsøk skal sorteres med siste forsøk øverst.
- 3.3: Brukeren skal kunne navngi forsøkene og bruke dette til identifisering i stedet for dato og klokkeslett. Dette navnet må også vises i fil som overføres til PC og i graf-bildet. Hensikten med dette kravet er at det skal være enkelt å skille forskjellige kjøringene fra hverandre hvis flere personer eller grupper benytter samme iPhone til å kjøre heisforsøket. Da kan man lagre forsøket som f.eks. «Heisforsøk FYS2 Gruppe 3».
- 3.4: Det skal være mulig å sende alle forsøkene som er lagret på telefonen i en epost, gjerne som en zip-fil.

Ikke-funksjonelle krav:

- 3.5: Måletiden skal ikke ha noen begrensning. Hvis avsatt minne fylles opp skal det skaleres ved at annenhvert målepunkt snittes.
- 3.6: Applikasjonen skal kunne kjøres på tidligere iPhone-modeller.
- 3.7: Applikasjonen skal porteres til andre plattformer som f.eks. Android.

Det er viktig å påpeke ett vesentlig krav som ikke er tatt med i dette prosjektet nemlig utvikling av brukerdokumentasjon. For en kommersiell app vil det være avgjørende å ta frem en god og utfyllende *lærerguide* som først beskriver iPhone, deretter læremålet med appen før selve bruken beskrives med gode skjermbilder. Eventuelle mangler og kjente problemer må også tas med her samt mulighet for å gi tilbakemeldinger til utvikler. Årsaken til at vi ikke tar med dette kravet er at vi ikke utvikler en kommersiell app. Dessuten vil alle de personene som skal teste, bruke og evaluere appen få en personlig innføring av utvikleren selv.

4.2.3 Design

I denne fasen definerer vi arkitektur og design, brukergrensesnitt, oppdeling i komponenter og andre hovedtrekk ved appen. Vi tar utgangspunkt i kravene fra forrige kapittel og ender opp med en arkitektur som viser oppdeling og organisering av programvaren slik at kodingen kan starte.

En logisk måte å organisere dette arbeidet på for en iPhone-app er å se på brukergrensesnittene. Det første man gjør ved oppstart av et nytt utviklingsprosjekt i Xcode er å velge view-type eller template/mal som skal benyttes. Dette valget organiserer og styrer hele appen.

Som nevnt i kapittel 2 har vi flere valg og det vi føler er mest aktuelt og spennende for HeisApp er å velge løsningen TabBarApplication. TabBar betegner et standardisert menysystem for iOS der hvert valg eller hver del av apper styres ut fra tabulatorer som ligger fast i nedre del av skjermen. Omtrent som under-ark i et regneark. Dette er en struktur Apple selv bruker mye i sine apper som for eksempel telefonappen, iPod programmet og App Store. Eksempelet i illustrasjon 16 er hentet fra App Store- appen til iPhone der vi har markert selve TabBar'en. Dette valget vil gi høy grad av gjenkjenning for

4 Resultater

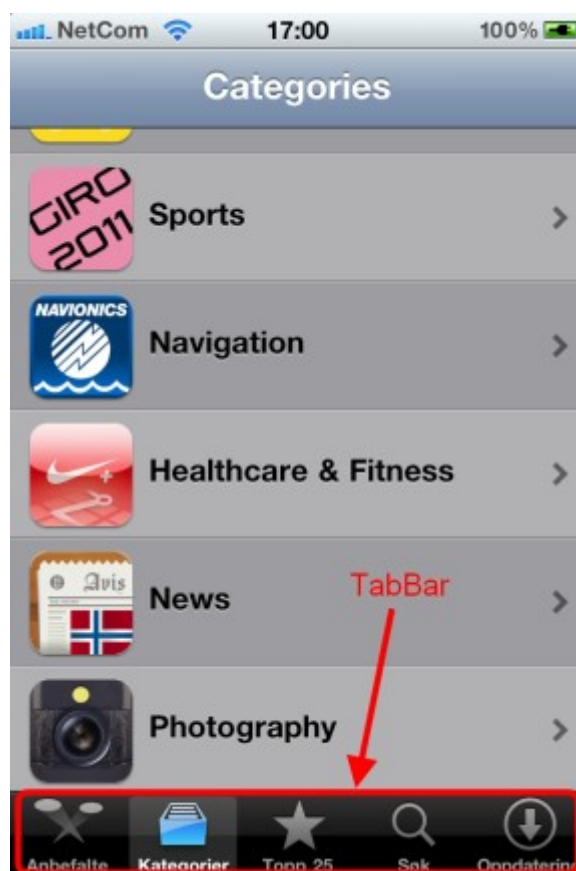
brukere som er vant med iPhone.

Neste steg er å bestemme hvilke hoveddeler – eller tab'er – appen skal inneholde.

Oppstartsbilde må naturlig nok være første tab. Siden vi ikke skal lage en «komplett app» med omkringliggende informasjon er det beste å gå rette på kjøring av heisforsøket i dette bildet. Det som trengs i skjermbildet er navn på appen, en kort info-tekst og knapper for start og stopp av måling.

Når elevene har kjørt ferdig heisen og målingene er stoppet vil det være naturlig at man ser på resultatet. Derfor vil neste tab inneholde graf for visualisering av forsøket. Her er oppgaven rett og slett å animere grafen i et koordinatsystem med tiden langs X-aksen og summen av kreftene langs Y-aksen.

Neste naturlige steg i bruken av appen er å sende måleresultatet som et fil-vedlegg på epost. Den neste tab'en blir derfor sending av epost. For å begrense antall tab'er velger vi å kalle denne for Verktøy og legger inn kalibrering av sensorene på samme tab. Maksimum antall tab'er på skjermen er låst til 5 av Apple. Hvis man lager en app med 6 tab'er vil de 4 første stå på skjermen mens den femte tab'en vil være en «more» eller «next» tab. Trykker man på denne kommer de siste 2 tab'ene opp. Det er derfor stor fordel å begrense seg til 5 eller færre tab'er. Skjermbildet under verktøy inneholder to knapper – én for å sende epost og én for å kalibrere sensorene.



Illustrasjon 16: TabBar brukt i App Store (egen skjermprint)

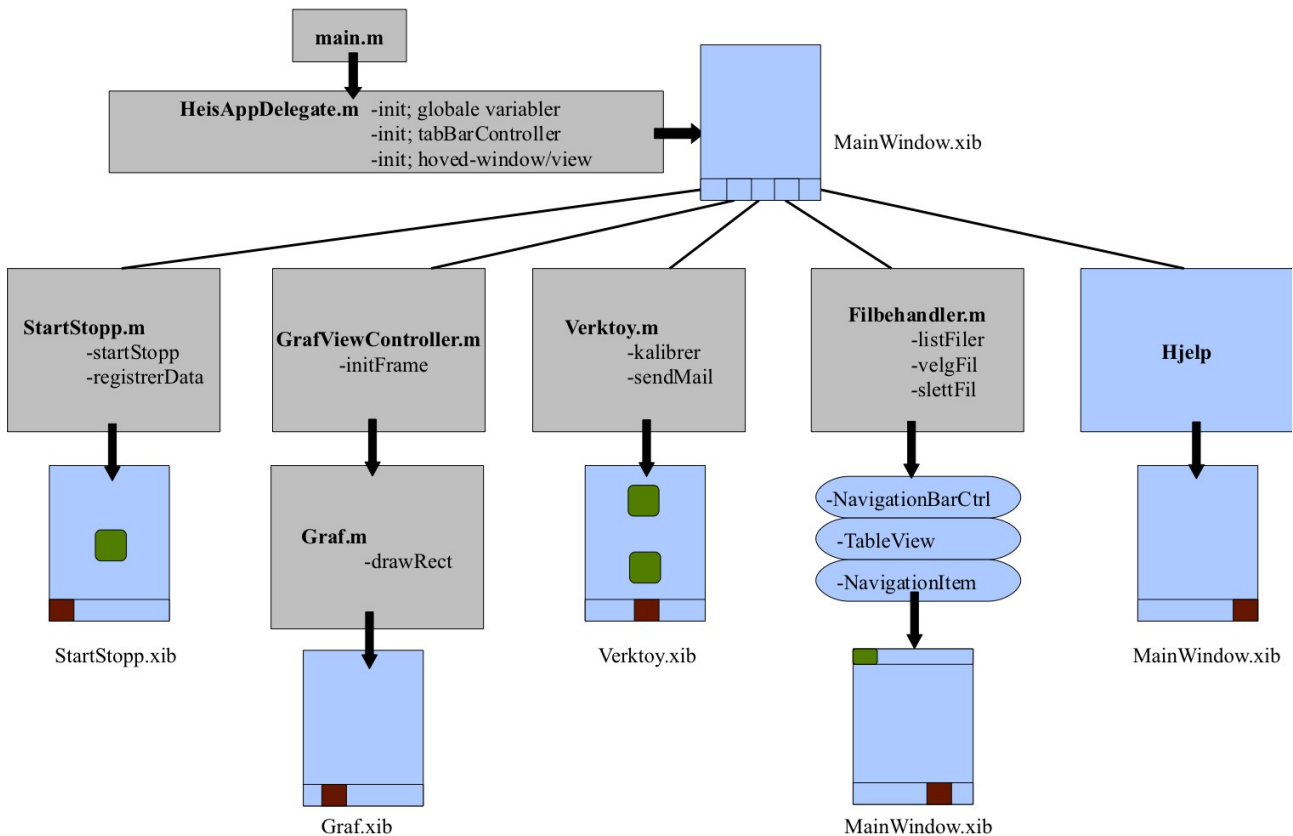
For at man skal kunne kjøre flere forsøk med én iPhone må appen inneholde en eller annen form for fil-behandler. Dette blir vår fjerde tab. Skjermbildet inneholder en liste med kjørte forsøk hvor man kan velge hvilket forsøk som skal være aktivt – dvs. hvilket forsøk som skal gjengis i grafvinduet og som skal sendes på epost. I tillegg må det være mulig å slette forsøk fra minnet på telefonen i dette skjembildet.

Siste tab setter vi av til en hjelpeside som kort beskriver bruken av appen. Vi har ikke hovedfokus på layout og grafikk i dette prosjektet men prøver å holde et så rent design som mulig og derigjennom holde mengden tekst så lav som mulig. Derfor er det greit med en hjelpeside som kan inneholde litt mer informasjon.

Vi har nå en overordnet struktur av HeisApp bestående av 5 deler. I tillegg må vi ha et hovedprogram (main.m). Dette kommer ferdig definert i Xcode når man oppretter et nytt prosjekt. Programmet setter av en minnepool for appen for så å kalle opp appens hoveddelegat.

4 Resultater

Hoveddelegat-programmet settes også automatisk opp av Xcode ut fra hvilken template som velges ved oppstart av prosjektet. I vårt tilfelle hvor appen kalles HeisApp vil denne da bli hetende HeisAppDelegate.m. Her initieres variabler, selve vinduet på skjermen og kontrolleren som skal håndtere TabBar'en. Hver av de 5 tabulatorene må håndteres enten direkte i hovedvinduet eller med egne klasser.



Illustrasjon 17: Logisk oppbygging av applikasjonen

Illustrasjonen over angir overordnet design på appen. Grå bokser angir logikk definert med Objective-C kode mens blå bokser angir logikk definert i InterfaceBuilder (der koden er skjult for oss). De grønne boksene angir knapper som brukeren kan aktivere, mens de røde boksene angir hvilken tabulator vi er inne i. Som nevnt i kapittel 2 er filer av typen «xib» pakker med brukergrensesnitt definert i InterfaceBuilder. I vårt prosjekt har vi 4 slike filer (både FilBehandler og Hjelp organiseres direkte inn i hovedvinduet).

Resten av dette kapitlet bryter ned de 6 delene i mer detaljer.

HeisAppDelegate

Alle globale variable initialiseres og TabBarView'ene settes opp.

Når det gjelder globale variabler tenker vi i denne sammenhengen på variabler som er definert i delegat-metoden og som mer enn én klasse er avhengige av. Vi forsøker å holde antallet på et absolutt minimum:

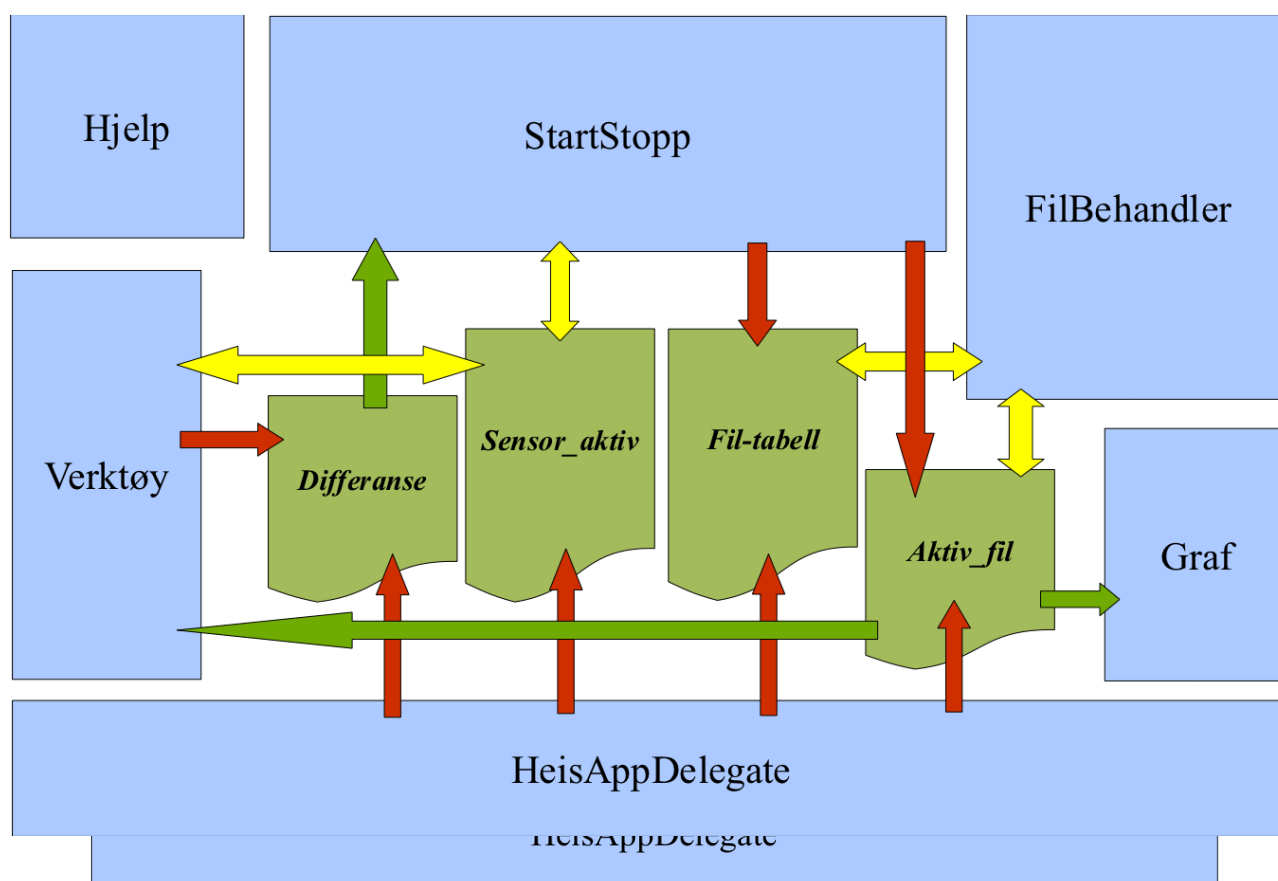
1. Fil-tabell: Dette er en tabell som inneholder navnet på alle datafilene som er lagret i appen. Ved oppstart sjekker vi om det ligger datafiler lagret under appens

4 Resultater

dokumentkatalog på telefonen. Hvis det finnes legges navnene inn i denne tabellen. Tabellen oppdateres også ved kjøring av forsøk og ved sletting.

2. Aktiv fil: Denne variabelen angir hva som er aktiv fil, det vil si hvilken fil som gir rådata til graf-vinduet og som vil bli lagt inn som vedlegg dersom brukeren ønsker å sende epost. Ved oppstart settes denne variabelen til «ingen».
3. Sensor aktiv: Dette er en boolsk variabel som angir om bevegelsesensorene er aktive eller ikke. Årsaken til at dette må være en global variabel er at sensorene benyttes i to forskjellige metoder. Det er meget viktig å holde styr på om sensorene er aktive da disse forbruker mye batterikapasitet og bør være påslått så lite som mulig. Ved oppstart settes denne variabelen til «Ikke aktiv».
4. Differanse: Dette er en variabel som angir måleavvik på sensorene og som settes under kalibrering. Variabelen tar både positive og negative verdier avhengig av om man må legge til eller trekke fra måleverdiene fra rådata for å komme på null når telefonen ligger i ro. Ved oppstart settes denne variabelen til 0.

Illustrasjonen under angir hvilke klasser som leser og skriver til de global variablene. Røde piler indikerer skrijving til variablene, grønne piler betyr lesing og gule piler betyr at det skjer både lesing og skrijving.



Illustrasjon 18: Bruk av globale variable

4 Resultater

StartStopp

Skjermbildet gir brukeren mulighet for å starte og stoppe målinger. Dette betyr naturlig nok følgende to metoder:

Start måling:

- Sjekk at måling ikke er aktiv.
- Start opp bevegelsesensorene med frekvens på minst 60 Hz.
- Ta vare på oppstart-tid.
- Sett igang en en program-løkke som ikke kan være kortere i frekvens enn sensorene og som skal lese av måleverdi og lagre data i buffer.
- Gi en indikasjon til brukeren om at målingen nå kjører.

Stopp måling:

- Sjekk at måling faktisk er startet.
- Stopp sensorene (viktig for å spare batteri) og stopp programløkken for avlesning.
- Opprett en fil for forsøket og lagre bufferet i denne filen. Filen skal også inneholde dato, oppstarttid og stopptid.
- Gi en indikasjon til brukeren om at målingene er stoppet.

Det dukket opp en ny metode i `Start_måling` som skal gå i en løkke mens målingene er aktiv og lagre rådata i et buffer. Når det gjelder bufferet som tar vare på verdiene velger vi å sette en fast størrelse på dette slik at det aldri kan få stå og fylle opp minnet på telefonen. Hvis bufferet fylles opp har vi noen designvalg. Vi kan velge å stoppe målingene og legge ut en beskjed til brukeren. Valget vårt er imidlertid at brukeren alltid skal styre dette og da løser vi det ved å legge inn en algoritme som pakker sammen bufferet og dobler granulariteten på målingene. Dette blir metoden Registrer data:

- Sjekk at målingene kjører.
- La det gå noen millisekunder før registreringen starter (sensorene trenger litt tid på å starte opp).
- Les av loddrett akselerasjon, konverter til ønsket målestokk og lagre måleverdien i et buffer.
- Hvis bufferet er fullt stoppes målingene, en løkke går gjennom bufferen og slår sammen to og to målinger før målingene startes opp igjen med halvert frekvens.

Graf

Denne tabulatoren skal inneholde et skjermbilde med grafen og ikke noen knapper. Det vil derfor i utgangspunktet bli en metode, nemlig Tegn graf:

- Sjekk om aktiv fil er satt og at den inneholder måledata. Hvis ikke legges en feilmelding ut på skjermen.
- Finn skala vi skal bruke på X-aksen, dvs. finn varigheten på forsøket og beregn en

4 Resultater

skaleringsfaktor som skal brukes på tidsaksen. Dette for å utnytte hele skjermens bredde uansett varighet på forsøket.

- Finn skala vi skal bruke på Y-aksen, dvs. største verdi av absoluttverdien til minste måleverdi og største måleverdi. Dette gjøres for å utnytte hele skjermens høyde.
- Tegn koordinatakser med benevnelse og noen referanseverdier.
- Tegn noen hjelpelinjer parallelt med X-aksen.
- Legg inn dato og klokkeslett for forsøket.
- Tegn grafen linjestykke for linjestykke fra start til slutt.

Verktøy

Her har vi lagt inn to helt adskilte metoder som begge trigges ved at brukeren trykker på en knapp på skjermen.

Kalibrer måleverdier:

- Sjekk status på sensor og gi en feilmelding hvis den er aktiv (dvs. en måling pågår).
- Start sensorene. Legg inn en kort pause for at sensorene skal komme godt i gang.
- Gå i en løkke og les av 100 målinger for G-kraften. Summer verdiene.
- Del summen på 100 slik at vi sitter igjen med et snittmål på avviket. Dette lagres i den global variabelen Differanse.

Send epost:

- Sjekk at det er satt en aktiv fil. Hvis så ikke er tilfelle legges det ut en feilmelding.
- Kall opp epost-metoden som er innebygd i iPhone-arkitekturen med CSV-fil som vedlegg, en fast heading og tekst for innholdet. Avsender vil automatisk settes til det som er satt som hoved-epost på telefonen og mottaker kan enten legges inn manuelt eller hentes opp fra brukerens Adressebok.

FilBehandler

Dette må realiseres ved å bruke et ferdig definert view som Apple kaller TableView. Alle naturlige metoder for dette view'et er ferdig satt opp men vi må fylle inn med våre data og kodelinjer slik at det vil fungere som den fil-utforskeren vi ønsker. På overordnet nivå kan vi anse dette som 3 forskjellige metoder.

List opp filer:

- Les av innholdet fra den globale variabelen Fil-tabell og legg det ut på skjermen. Sortering skal helst være nyeste fil øverst.

Velg aktiv fil:

- Brukeren trykker/peker på skjermen for gitt fil som ønskes aktiv.
- Registrer posisjonen som brukeren peker på og finn ut ved oppslag i Fil-tabell hvilken fil dette er.

4 Resultater

- Sett den globale variabelen Aktiv_fil til denne verdien.

Slett fil:

- Denne trigges ved at brukeren først trykker på knappen «Slett filer».
- Når brukeren nå trykker på en fil vil dette være en kandidat for sletting.
- Først når brukeren bekrefter slettingen ved å trykk på «Bekreft» knappen skal slettingen av filen fra telefonminnet utføres.
- Deretter må filen slettes fra visning til skjermen.
- Til slutt må vi sjekke om det var Aktiv_fil som ble slettet. I så fall settes Aktiv_fil til «ingen».

Hjelp

Det er strengt tatt ingen metode da det eneste som skal gjøres her er å legge ut et bilde som inneholder hjelpeteksten. Dette ordnes meget enkelt i InterfaceBuilder ved at man importerer en bilde-fil som knyttes til dette valget på TabBar'en.

4.2.4 Koding

Vi har nå en oppdeling av appen og nødvendige metoder er beskrevet på høyere nivå. I denne fasen går vi gjennom kodingen av HeisApp det vil si design og opprettelse av skjermbildene og implementering av Objective-C kodelinjene.

Siden de aller fleste iPhone-apper er bygd opp rundt Views er det naturlig at vi starter med det også for denne appen.

Skjermbilder

Verktøyet InterfaceBuilder benyttes til å opprette og designe skjermbildene. Ut fra valgt template oppretter Xcode automatisk hovedview som heter MainWindow.xib. Her bestemmer vi at vår app skal ha 5 tabulatorer. Vi setter navn på de 5 og knytter en bilde-fil til hver av de 5 små tab'ene slik at brukergrensesnittet skal oppleves som intuitivt. Ikonene vi bruker til dette er laget av Joseph Wain³⁴ og vi følger de kravene til rettigheter som er angitt for bruk av disse.

Videre må vi opprette hvert av de 5 skjermbildene. 2 av disse vil ha helt spesielt utseende og bakgrunn ut fra oppgaven de skal løse. Dette er Graf og FilBehandler. De 3 siste velger vi å designe slik at de har lik bakgrunn. Vi benyttet gratisprogrammet Paint.NET³⁵ til å lage denne bakgrunnen. Først velger vi en grunnfarge – sort. Deretter legger vi på et nytt lag som inneholder rammen rundt skjermen som vi velger skal være rød. Lag nummer 3 inneholder selve teksten og er da naturlig nok forskjellig for de tre skjermbilene. Vi velger helt hvite bokstaver for å gjøre kontrast og lesbarhet god.

Hjelpesiden inneholder bare tekst der vi så kort og konsist som mulig beskriver hvordan appen skal brukes og hvilke valg man kan gjøre.

Verktøysiden har plass til 2 knapper og tilhørende tekst som forteller brukeren at man kan

34 Lastet ned fra <http://glyphish.com>

35 [Http://www.paint.net/](http://www.paint.net/)

4 Resultater

sende epost eller kalibrere målesensorene.

Startsiden har plass til 1 knapp. Vi velger å ha én felles knapp for å starte og stoppe målingen da disse to valgene aldri er aktuelle samtidig. En halvering av antall knapper i grensesnittet vil gjøre både utseende og bruk enklere. Også denne siden får en tilhørende tekst hvor vi i tillegg legger inn en linje i bunn av skjermen med tips om at man bør kalibrere sensorene før start.

Alle disse tre sidene har navnet på appen – «HeisApp» - og navn på skjermbildet helt øverst på skjermen.

Knappene som vi bruker er alle av typen `UIButton-RoundRect`. Ikonene som er brukt til å animere knappene er laget av `Icons-Land`³⁶ og brukes i henhold til lisenskravene utgiver har satt for disse. Alternativet til å bruke ikoner er å skrive inn ren tekst i knappene. Dette vil gi et mye simplere design av skjermbildene. Den spesielle løsningen med å endre ikon på start-/stopp-knappen realiseres i Objective-C kode da det ikke er støtte for så avanserte funksjoner i `InterfaceBuilder`.

Grafvinduet er i sin helhet realisert i kode. Dette skjermbildet inneholder skreddersydd innhold som ikke har støtte hverken i `InterfaceBuilder` eller noen av programbibliotekene fra Apple³⁷.

FileBehandler-vinduet er som tidligere nevnt bygd opp av det som i `InterfaceBuilder` kalles et `TableView`. For å få dette til å fungere må vi legge inn en ekstra view-kontroller under hovedview-kontrollere som brukes i appen (`TabBar Controller`). Denne ekstra kontrolleren må være av type `RootView Controller`. I tillegg legger vi til en `Navigation Bar` i skjermbildet som gjør at vi får en verktøylinje øverst i skjermbildet hvor vi kan legge inn knapper. I vårt tilfelle trenger vi en knapp slik at brukeren kan velge å gå inn i «slette-modus» for filene.

HeisAppDelegate

Dette er hovedklassen som starter appen og som holder styr på globale variable. Det er her vi definerer vinduet appen skal bruke og i vårt tilfelle skal vi bruke hele skjermvinduet bortsett fra den smale statuslinjen helt øverst som inneholder batteristatus, klokke og operatørnavn. Videre oppretter vi og starter opp `TabBarController`'en.

Vi lager en egen *init*-metode som allokerer og initialiserer de 4 globale variablene. Aktivfil settes til «ingen», Differanse settes til 0 og `AktivSensor` settes til «Nei». FilTabellen fylles opp ved at vi går i en løkke som leser alle filene på appens dokumentkatalog som har filtype «.csv». Ved å kjøre denne løkken i «rett» rekkefølge blir sorteringen av filene korrekt.

Det er viktig for minnehåndteringen at alle ressursene blir fri-sluppet i metoden *dealloc*.

StartStopp

Denne klassen benytter de innebygde bevegelsesensorene som vi kontrollerer ved hjelp av metodene i biblioteket `CoreMotion`.

Som nevnt velger vi å ha bare én knapp i brukergrensesnittet noe som gjør at vi har bare

³⁶ Lastet ned fra <http://www.icons-land.com/>

³⁷ Det finnes et open source prosjekt som jobber med programbibliotek for bl.a. tegning av grafer i Xcode men vi valgte å gjøre alt dette selv.

4 Resultater

en metode for å motta input fra brukeren – *startStopp*. Denne metoden sjekker status på den globale variabelen *SensorAktiv*. Hvis denne er satt skal vi nå stoppe målingen og vi kaller metoden *stoppForsok*. I motsatt fall skal vi starte målingen og metoden *startForsok* kalles. I begge tilfeller skal ikonbilde som legges ut for knappen på skjermbildet byttes.

Metoden *startForsok* skal starte en ny måling. Vi må derfor initialisere og starte opp bevegelsesensorene med en oppdateringsfrekvens på 200 Hz. Vi passer på å sette den globale variabelen som angir om sensorene er aktive, lagrer dato og klokkeslett for oppstarten og aktiverer en timer som skal trigge metoden *registrerData* hvert 0,0125 sekund. Til slutt legges det ut en kvittering til skjermen.



Illustrasjon 20: Oppstartbilde med startknapp aktiv (egen skjermprint)



Illustrasjon 19: Oppstartbilde med stoppknapp aktiv (egen skjermprint)

Metoden *stoppForsok* skal stoppe en aktiv måling så det første vi gjør er å stoppe bevegelsesensorene og oppdaterer den globale variabelen tilsvarende. Deretter oppretter vi en ny CSV-fil som navnesettes ut fra dato og klokkeslett. Variablene *AktivFil* og *FilTabell* oppdateres. Deretter går vi i en løkke for å lese av bufferet med rådata. For å unngå store utslag på grafen pga. en enkelt feil-måling snitter vi verdien fra 8 målinger før de lagres til fil. Dette gir oss en måleverdi per 0.1 sekund. Til slutt legges det ut en kvitteringsmelding til skjermen.

Metoden *registrerData* leser av verdier fra sensorene, sjekker om målingene har kommet i gang (gravitasjon ulik 0) og lagrer verdien i bufferet etter konvertering fra G til Newton ved å multiplisere med 9,81. Differansen som settes ved kalibrering legges til måleverdien

4 Resultater

fra sensorene. Etter lagring sjekker vi om bufferet ble fullt. Hvis så skjedde stoppes timeren som kaller `registrerData`. Deretter går vi gjennom hele bufferet og slår sammen to og to verdier. Det betyr at etterpå er bufferet nøyaktig halvfullt. Vi starter opp timeren som kaller metoden igjen men nå er intervallet doblet (for å få samme granularitet på kommende målinger som det pakkede bufferet har).

Graf

Dette skjermbildet realiseres ved hjelp av to forskjellige klasser. Den første – kalt `GrafViewController` – kalles fra `TabBar`-kontrolleren og må derfor være av type `UIViewController`. Den klassen hvor grafbildet animeres – kalt `Graf` – må være av type `UIView` og denne kalles fra `GrafViewController`.

Denne klassen benytter `Core Graphics`. Dette er et veldig enkelt grafikkbibliotek hvor vi stort sett tegner linjer fra ett punkt til et annet, skriver tekst og legger inn farge på bakgrunn, linjer og tekst. For å få best mulig utnyttelse av vinduet vi har til rådighet velger vi å legge grafen 90 grader i forhold til skjermen som vi ser på illustrasjonen under.

GrafViewController

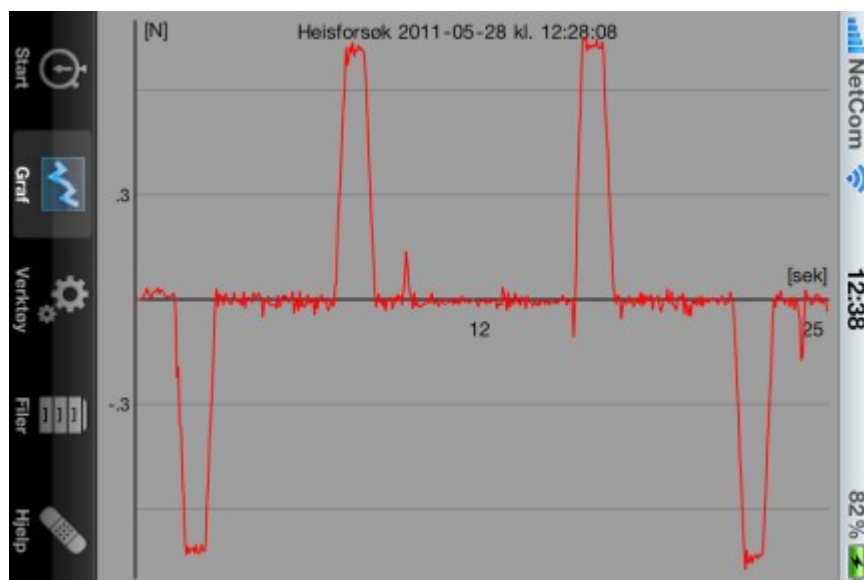
opprettet et egendefinert view i metoden `loadGrafView`. Etter litt prøving og feiling ved å kjøre appen mot iPhone Simulator finner vi ut at den skjermen vi har til rådighet når topplinjen og tabulatorlinjen er tatt bort tilsvarer et rektangel som er nøyaktig 320 pixler bredt og 411 pixler høyt.

Opprinnelig kalte vi `loadGrafView` fra den ferdig oppsatte metoden

`viewDidLoad`. Dette er ikke en god nok løsning da resultatet er at grafen

animeres bare første gang vi trykker på denne tabulatoren. Går vi til noen andre tabulatorer for å kjøre et nytt forsøk eller velge en ny fil, og så tilbake til Graf, er det samme bilde som fortsatt ligger på skjermen. Etter et dypdykk i Apples dokumentasjon og søk på diverse utviklerforum finner vi ut at man kan opprette en rutine som heter `viewWillAppear`. Når vi oppretter denne og kaller `loadGrafView` herfra blir skjermbildet animert på nytt hver gang vi velger graf-tabulatoren. En helt unnselig forskjell i koden som har stor betydning for resultatet og som kostet oss timer med frustrasjon.

`Graf` bygger opp graf-vinduet helt fra bunnen av ved hjelp av metodene i biblioteket `CoreGraphics`. Først har vi noen metoder for å sette opp de fargene vi ønsker å bruke. Bakgrunnsfargen settes til grå, koordinatsystemets akser og all tekst settes til sort mens



Illustrasjon 21: Grafen fra forsøk med kjøring av heis opp og ned (egen skjermprint)

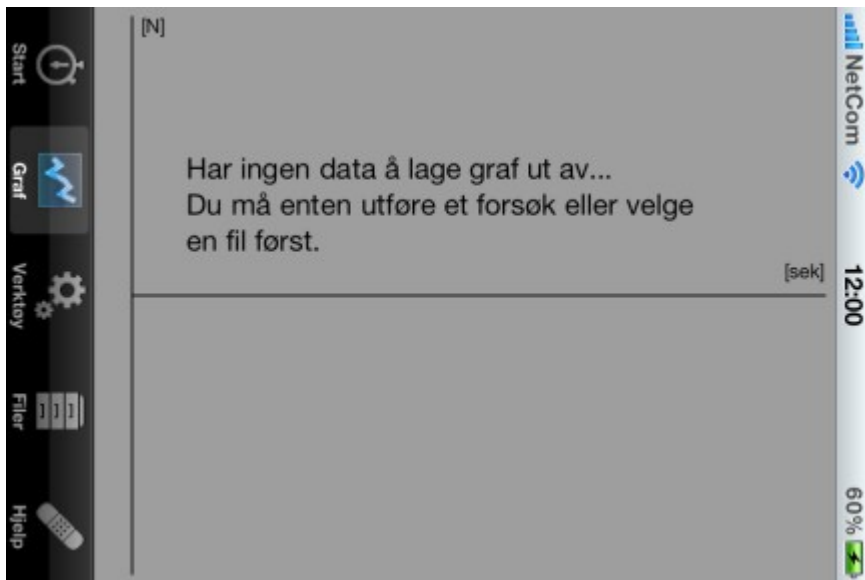
4 Resultater

selve grafen vil vi ha rød. Hjelpelinjene er mørk grå (se illustrasjon 21).

Hovedmetoden – *drawRect* – sjekker først om det er satt en aktiv fil og legger ut en melding om at det ikke finnes data for å lage graf hvis ingen fil er satt (se illustrasjonen under). Aktiv fil som er formatert som en csv-fil må kjøres gjennom en csv parser-algoritme. Dette løser vi veldig enkelt ved følgende linje:

```
NSArray* splittInnhold = [filInnhold componentsSeparatedByString:@","];
```

Etter denne kodelinjen er filen *filInnhold* lest inn i tabellen *splittInnhold* der ett felt fra filen separert med komma ligger i hver sin posisjon i tabellen. Vi går så gjennom tabellen i en for-løkke og tar vare på de verdiene som er interessante. De verdiene vi tar vare på er dato og starttid for forsøket og alle måleverdiene. Måleverdiene konverteres fra tekst til float og lagres i en lokal tabell *yVerdier*. I samme løkke finner vi også største og minste måleverdi samt antall målinger totalt. Disse brukes til å justere målestokkene på X- og Y-aksen slik at hele skjermen fylles ut av grafen.



Illustrasjon 22: Graf uten rådata til å generere fra (egen skjermprint)

Etter at filen er lest oppretter vi en grafisk kontekst mot skjermen som skal motta alle linjer, bokstaver og tall. For å få landskapsmodus på skjermbildet roteres konteksten 90 grader.

Neste steg er å tegne 4 hjelpelinjer parallelt med X-aksen i passende avstand, men samtidig slik at de angir hele tall på Y-aksen. For to av disse hjelpelinjene angir vi måleverdien på Y-aksen som en referanse til grafen som kommer.

Neste steg er å angi 2 måleverdier på X-aksen før tittel på grafen legges ut med dato og klokkeslett.

Siste punkt før tegning av grafen er å legge ut X- og Y-aksene.

Selve grafen animeres ved at vi går gjennom den lokale tabellen *yVerdier* i en for-løkke. Hver gjennomgang i løkken består av tre kodelinjer. Først angis startpunkt for linjen,

4 Resultater

deretter definerer vi en linje ved å angi slutt punktet før vi til slutt tegner opp linjen:

```
CGContextMoveToPoint(contxt,
                      (i*xMultiplier)+9,
                      160-(yValues[i-1]*yMultiplier));
CGContextAddLineToPoint(contxt,
                         (i*xMultiplier)+xMultiplier+9,
                         160-(yValues[i]*yMultiplier));
CGContextStrokePath(contxt);
```

Det betyr at hvert punkt må angis to ganger noe som er relativt tungvindt. Et alternativ er å bruke OpenGL for animasjon i stedet for CoreGraphics. OpenGL har en innebygd algoritme for å tegne *linestrip* noe som betyr at man angir start punkt, alle mellompunktene og slutt punkt. Vi valgte imidlertid å holde oss til CoreGraphics da animasjon av grafen er meget rask selv med denne metoden brukt på store datamengder.

Verktøy

Her samler vi to uavhengige funksjoner som begge trigges ved at brukeren trykker på en knapp i skjermbildet (se illustrasjon til høyre).

Den første metoden kalles *sendMail* og bruker biblioteket *MessageUI* som blant annet inneholder standardmetoder for å sende epost (se illustrasjon 25). Først sjekker vi om det er satt en aktiv datafil. Hvis dette ikke er tilfelle legges det ut en feilmelding til skjermen. I motsatt fall skal vi sende en epost og da legger vi inn tittel på meldingen og meldingsinnhold i tillegg til filvedlegget. Deretter kalles en ferdigdefinert view-kontroller som åpner standard grensesnitt for å sende epost fra iPhone. Her kan brukeren legge til mottaker – enten ved å taste inn epost-adressen manuelt eller ved å hente opp en adresse fra sin kontaktliste. Det er også mulig å legge inn ekstra tekst i meldingen før man sender den. Returverdien fra kontrolleren fanges opp og en passende melding legges ut på skjermen. Dette vil normalt være «Melding sendt» men kan også være at brukeren har kansellert sendingen, at sending feilet eller at meldingen er lagret i telefonen.

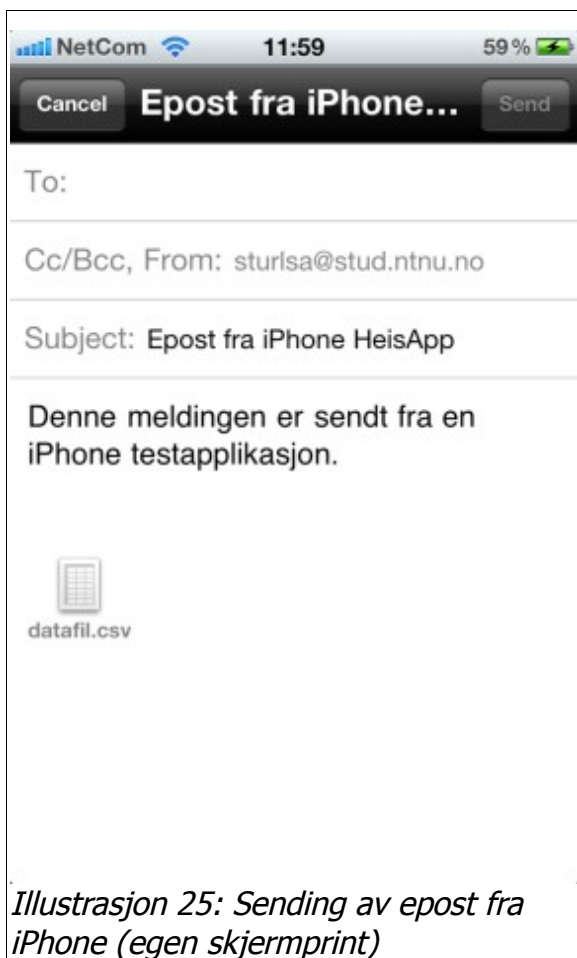


Illustrasjon 23: Verktøysiden (egen skjermprint)

Den andre metoden under dette skjermbildet kaller vi *kalibrer*. Denne metoden skal bruke bevegelsesensorene slik at vi må benytte *CoreMotion*-biblioteket. Først sjekkes det om sensorene er aktive, dvs. om det pågår et heisforsøk. I så tilfelle legger vi ut en feilmelding til skjermen (se illustrasjon 24). I motsatt fall startes sensorene opp og vi tar en liten pause for å være sikker på at sensorene rapporterer data. Deretter leser vi av og summerer 100 måleverdier i en for-løkke. Totalsummen divideres med 100 og resultatet

4 Resultater

lagres i den globale variabelen *differanse*. Sensorene stoppes og en melding legges ut på skjermen.



FilBehandler

Tredje tabulator skal inneholde funksjonalitet tilsvarende det vi finner i en filutforsker. Hensikten er å (1) liste opp alle lagrede forsøk (dvs alle .csv-filene lagret i appen), (2) gi mulighet for å velge ett av de lagrede forsøkene og (3) gi mulighet for å slette ett eller flere av de lagrede forsøkene.

For å realisere dette bruker vi det som i InterfaceBuilder kalles for et TableView. Dette skal være relativt rett frem men vi holder på lenge uten at noen av våre filer kom opp på skjermen. Etter en nøye studie av Apples dokumentasjon finner vi en liten detalj som er helt avgjørende i denne sammenhengen. De forskjellige typer view kan fint brukes sammen i en app men bare etter et gitt hierarki. Det betyr for vår del at et TableView ikke kan ligge underlagt et TabBarView uten videre. Løsningen er derfor å opprette en ny view-kontroller under TabBar som i neste omgang får tillagt et table-view.

I tillegg skal vi ha en knapp slik at brukeren kan velge å gå inn i redigeringsmodus, dvs. slik at gamle forsøk kan slettes. Dette realiseres med et NavigationItem som legges på en NavigationBar, dvs. en linje øverst på skjermen. Dette er også en kjent metode for de som

4 Resultater

er vant med grensesnittet på iPhone da denne løsningen finnes i mange Apple apper som Epost, SMS og Kontaktliste.

Et TableView har en rekke ferdig definerte metoder der vi må passe på å putte inn våre egne kodelinjer på rett sted slik at skjermbildet blir fylt opp korrekt. Eksempler på dette er *cellForRowAtIndexPath* (kalles for å fylle inn en og en linje i tabellen, dvs. returverdi her for kall nummer n er felt nummer n i filtabellen vår), *numberOfSectionsInTableView* (returverdi er antall seksjoner tabellen er splittet i, dvs. 1 i vårt tilfelle), *numberOfRowsInSection* (returverdi er antall linjer i tabellen dvs. antall lagrede forsøk på telefonen), *viewForHeaderInSection* (returverdi er størrelse på linjen for tabell-overskrift) og *titleForHeaderInSection* (returverdi er tittel i tabell-overskriften).

For å velge hvilket forsøk som skal være aktivt er det metoden *didSelectRowAtIndexPath* som må tilpasses. Input her er hvilket felt brukeren har pekt på i skjermbildet, fra 0 og opp til så mange felt som finnes. Vi må da konvertere denne verdien til hvilken fil i filtabellen som har tilsvarende posisjon og så sette aktiv fil til denne filen. Vi legger også ut en melding til skjermen.

For å slette forsøk må brukeren først trykke på «Slett filer»-knappen øverst på skjermen. Det medfører at rutinen *canEditRowAtIndexPath* kalles for alle linjene i tabellen. Vi svarer positivt på alle sammen da alle filer kan slettes. Dette fører til at alle filene får et stoppskilt ute til venstre for seg (se illustrasjon 27). Når brukeren trykker på ett av disse stoppskiltene vil det dukke opp en knapp for å bekrefte sletting som vist i illustrasjonen. Når dette gjøres kalles metoden *commitEditingStyle* med aktuell posisjon som input. Vi finner da ut hvilken fil dette tilsvarer i filtabellen. Denne filen slettes fra minnet på telefonen og filtabellen oppdateres. I tillegg må innholdet på skjermen oppdateres. Til slutt sjekker vi om det var den aktive filen som ble slettet og i så fall settes den globale variabelen *aktivFil* til «ingen». Brukeren avslutter editeringsmodus ved å trykke på knappen på toppen av skjermen som nå har endret tittel til «Ferdig».



Illustrasjon 26: Filbehandleren med 3 forsøk lagret (egen skjermprint)

4 Resultater

Andre metoder som må brukes her er *viewWillAppear* der vi angir at det skal være en knapp for editeringsmodus på toppen av skjermen samt tittel på denne knappen. I tillegg settes det opp en knytning mellom kildedata for skjermen som er fil-tabellen vår og en intern tabell for view'et. Her legger vi inn sorteringsrekkefølgen slik at vi får siste forsøk øverst på skjermen ved at filtabellen snus på hodet før den legges ut på skjermen. Filnavnene blir også gjort mer lesbare³⁸ før de legges ut. Til slutt kalles metoden *reloadData*. Dette er nødvendig for at skjermen skal oppdateres etter at en eller flere filer er slettet.

I utgangspunktet har knappene som brukes i dette view'et engelsk tittel. Vi trodde språkvalget i oppsettet av telefonen ville justere dette men selv med norsk språk på telefonen har knappene fortsatt engelsk tekst. Vi må derfor løse dette manuelt i koden ved å ta inn noen ekstra kodelinjer og ved å legge inn en helt ny metode:

- «Edit»-knappen:

Ta med dette i *viewWillAppear* for å opprette knappen og å sette norsk tekst:

```
self.navigationItem.leftBarButtonItem = self.editButtonItem;
self.navigationItem.leftBarButtonItem.title = @"Slett filer";
```

- «Delete»-knappen:

Her må vi legge inn en metode som returnerer vår egendefinerte tekst:

```
-(NSString *)tableView:(UITableView *)tableView
    titleForDeleteConfirmationButtonForRowAtIndexPath:
    (NSIndexPath *)indexPath
{ return @"Bekreft"; }
```

- «Done»-knappen:

Dette legges inn i metoden *setEditing*. Her må vi også fortelle at tittelen på knappen skal endre seg avhengig om vi er i editerings-modus eller ikke:

```
if (editing)
    { self.editButtonItem.title = @"Ferdig"; }
else
    { self.editButtonItem.enabled = YES;
      self.editButtonItem.title = @"Slett filer"; }
```



Illustrasjon 27: Filbehandler i editeringsmodus (egen skjermprint)

38 F.eks. fra «2011-05-26_09-41-19.csv» til «2011-05-26, kl. 09:41:19».

Hjelp

Hjelpesiden som er siste tabulator i menyen er ikke en egen klasse. Dette er rett og slett en grafikkfil som er linket inn direkte fra MainWindow ved hjelp av Interface Builder.

Bildet er laget med programmet PAINT.net og bruker samme bakgrunn og ramme som skjermbildene for Start og Verktøy. Teksten er lagt på som et ekstra lag utenpå.

Under første evalueringsmøte med en av fysikklærerne kommenteres det at teksten på hjelpesiden er litt vanskelig å lese. Derfor har vi etter dette møtet redusert innholdet på siden til et minimum slik at skriftstørrelse kunne økes, som vist i illustrasjonen til høyre. Dette fører til bedre lesbarhet og ingen av de tre andre fysikklærerne kommenterer dette. Vi føler derfor at dette ikke lenger er noe problem.

Et alternativ som kan brukes på hjelpesiden er å opprette et hierarki der man klikker seg inn på hvert av de 5 punktene for å få frem mer detaljert hjelpetekst. Dette er ikke ansett som nødvendig for denne appen selv om det er forholdsvis rett frem å implementere et ekstra nivå for hjelpeteksten.

Spesielle forhold

Vi går nå gjennom noen spesielle løsninger som er brukt og som fortjener en ekstra beskrivelse i dette kapitlet.

Kvitteringsmeldinger på skjermen

Designvurderinger underveis har vært om brukeren av appen skal informeres om alle hendelser under kjøring. For eksempel om feilmelding fra epost-appen eller kvittering på alle tastetrykk i skjermbildene skal legges ut på skjermen. Vi valgte tidlig å implementere en slik løsning og det er metoden UIAlertView som benyttes til disse meldingene. Denne vil åpne et lite meldingsvindu på skjermen (se illustrasjon 24 og 29) med en passende tekst.

I følge informasjon på Apple Developer Forum (Apple 2011g) bør alle slike meldinger være utstyrt med en knapp som lukker vinduet – typisk en OK knapp som vist i illustrasjonene. For å få apper godkjent på App Store er dette å anse som et krav. Derfor har vi implementert OK-knapper i alle slike meldinger.

Etter første demonstrasjon for fysikklærerne fikk vi klar tilbakemelding på at dette er for tungvindt. Dette er vi faktisk helt enige i. Spesielt etter at man har blitt godt kjent med kjøring av appen og ønsker å operere den raskt og effektivt blir det tungvindt å trykke OK



Illustrasjon 28: Hjelpesiden (egen skjermpriint)

4 Resultater

for hver aktivitet man gjør.

For å unngå dette problemet samtidig som som vi beholder en OK-knapp har vi lagt inn en algoritme som starter en kort timer – typisk 1 sekund – parallelt med at meldingsvinduet legges ut på skjermen. Hvis brukeren rekker å trykke «OK» før timeren går ut stopper timeren. I normalt tilfellet vil timeren gå ut og vinduet tas automatisk bort fra skjermen. Dette mener vi er en elegant løsning som oppfyller både Apple sine restriktive regler på dette området og brukerens oppfatning av appen. Ingen av de 3 siste lærerne kommenterer noe negativt rundt dette så vi konkluderer med at løsningen er akseptert.

Navn på app, metoder osv.

Underveis i programmeringen utfører vi jevnlig små tester for å sjekke at koden er korrekt, at metodene til Apple er riktig brukt osv. Om nødvendig er det også laget egne små prosjekter i Xcode for å teste ut funksjonalitet. Dette var en avgjørende løsning bl.a. for å få filutforskeren til å fungere korrekt.

En slik fremgangsmåte fører til at prototypen som til slutt ender opp som den endelige appen kanskje er en mellomversjon eller en testversjon. Da dukker det opp problemer med å

få gitt programmene, metodene og appen fornuftige navn. Dette er ikke en triviell oppgave i Xcode da det må gjøres endringer på flere forskjellige steder. Vi anbefaler derfor at man starter opp et prosjekt med «korrekt» navn og gode navn på metoder osv. Endring av navn på appen gjøres f.eks. ved å endre parameteren *Product Name* som vi finner i Xcode under *Target – Build Settings – Packaging*. Endring av navn på en klasse gjøres ved at navnet på klassen markeres i en eller annen fil i Xcode sin editor (dvs. et sted der klassenavnet er referert). Deretter velger man *Edit – Refactor – Rename*. Endring av variabelnavn er enkelt å gjøre ved innebygd *Search & Replace* i Xcode sin editor. Noen endringen vil ikke automatisk bli oppdatert som f.eks. referanser til metoder og tilnavn i *InterfaceBuilder*. Her risikerer man å måtte gjøre oppdateringene manuelt. Dette erfarer vi da det å gi appen nytt navn også medfører at filkatalogen på vår Mac fikk nytt navn. Ikonfiler som ligger under denne katalogen brukt i oppbygging av skjermbildene må da oppdatere manuelt.

Debugging underveis

Som beskrevet i kapittel 2 har Xcode innebygd verktøy for Debug. Dette er et verktøy som er intuitivt å bruke og som fungerer som forventet i forhold til andre utviklingsverktøy vi er



Illustrasjon 29: Eksempel fra melding til skjermen med OK-knapp (egen skjermpriint)

4 Resultater

kjent med. Vi bruker dette lite underveis, noe som skyldes personlige preferanser fra tidligere prosjekter. I stedet bruker vi metoden *NSLog* mye. *NSLog* tar en streng som input og kan f.eks. brukes veldig enkelt for å fortelle at vi er på et bestemt sted i koden:

```
NSLog(@"Nå er vi inne i startStopp rutinen!");
```

Vi bruker denne metoden mest for å se på innholdet i variabler f.eks. inne i løkker der verdi på en bestemt teller kan være interessant:

```
NSLog(@"Antall registreringer nå er %i", antReg);
```

NSLog fungerer like bra ved kjøring av appen mot iPhone Simulator som kjøring av appen direkte på telefonen. Det siste krever imidlertid at telefonen er koblet til maskinen man utvikler på og at appen startes fra Xcode.

Vi fjerner fortløpende kodelinjene med *NSLog* for å få en ren og oversiktlig kode. Disse linjene kan like gjerne stå i koden uten at det går ut over den endelig appen. Når appen startes fra skrivebordet på telefonen vil ikke disse kodelinjene ha noen betydning.

4.2.5 Testing

Testing er siste del av utviklingsprosessen i prosjektet. Andre prosesser som f.eks. Vedlikehold vil først være aktuelt i faser som kommer etter at dette prosjektet er avsluttet.

På grunn av prosjektets beskjedne størrelse er det ikke opprettet noen test-bok med logging av testtilfeller, feil funnet osv. De aller fleste feilene vi finner rettes opp umiddelbart i koden og testes på nytt til tilfredsstillende resultat er oppnådd.

Testingen ivaretas på forskjellige måter:

- **Dynamisk testing:**

Som beskrevet i forrige kapittel gjøres det fortløpende tester av små kodelinjer og funksjoner gjennom hele koding-prosessen. For løsninger som ikke er avhengig av data fra bevegelsesensorene brukes verktøyet iPhone Simulator aktivt. Dette er mye raskere enn å teste direkte på telefonen og dessuten slipper man hengproblemer med telefonen i forhold til eventuell skadelig kode som kan gi en låsesituasjon. Simulatoren egner seg spesielt godt til å teste ut skjermbilder. I tillegg bruker vi metoden *NSLog* flittig som beskrevet over. Mange feil og problemer løses ved hjelp av dynamisk testing.

- **Statisk testing:**

All kode gjennomgås ved lesing av kodelinjer etterhvert som metoder er ferdige. Dette er en viktig aktivitet for opprydding i koden og for å strømlinjeforme en logisk rekkefølge i koden. Vi anser det som god programmeringskikk å la koden følge et naturlig hendelsesforløp slik at eventuelle avvik håndteres utenom. Gjennomlesing av koden gir også en del reduksjon og innsparing i bruk av variabler.

- **Ikke-funksjonell testing:**

Vi gjennomfører flere provokative tester hvor sannsynligheten for å avdekke feil skal være stor. Det vil si vi er ute etter å fremprovosere feil i motsetning til å kjøre

4 Resultater

tester som høyst sannsynlig vil gå bra. Dette gjøres ved å kjøre appen med unormale parametre. For eksempel veldig korte testkjøringer (under ett sekund) som avdekker en liten feil i angivelse av tiden på grafen i app. Eller unormalt lange testkjøringer for å ha kontroll på hva som skjer når tabeller, buffer og kanskje minne fylles opp. Ekstremt høye verdier av krefter som virker på telefonen er ikke testet ved kjøring, men skaleringsalgoritmen for tegning av grafen skal håndtere veldig mye høyere verdier enn det et menneske kan tåle (opp til 20G). Ekstremt lave verdier er utførlig testet i forbindelse med kalibrerings-funksjonen som er lagt inn i appen. Det vil si å la telefonen ligge helt i ro under kjøring. Ut over dette er det forsøkt å kræsje appen ved å starte opp andre apper i parallell som for eksempel innkommende samtaler, SMS og Epost. Disse testene avdekker ingen problemer noe som i hovedsak skyldes iOS sitt sandbox-prinsipp der alle apper i utgangspunktet er skjult for hverandre. Dessuten er alle rutiner som håndterer ytre hendelser inkludert og nøye satt opp i alle metodene. Eksempler på dette er standardmetodene *applicationWillTerminate*, *dealloc* og *didReceiveMemoryWarning*.

– **Funksjonell testing:**

Dette er testing av appen opp mot kravspesifikasjonen, dvs. vi kjører reelle heisforsøk med appen for å sjekke om kravene til appen er oppfylt. Denne testmetoden er ikke mye brukt av oss selv. Vi har utført rundt 8-10 heisforsøk der hovedmålet er å få reelle måledata for demonstrasjon og dokumentasjon. Hoveddelen av resultatene i denne fasen fremkommer ved demonstrasjon av appen for fysikklærerne. Det er ikke funnet feil i denne fasen for de kravene vi har valgt å implementere. De kravene vi har valgt å ikke implementere i appen er listet opp på neste side. Lærerne kommer også med en del forslag til forbedringer av brukergrensesnitt. Likeleder kommer de med forslag til endret eller ny funksjonalitet. Mer informasjon om dette i kapittel 4.3.

– **Xcode:**

Helt avslutningsvis i prosjektet benytter vi en del verktøy i Xcode for å teste spesielle sider ved appen. I Xcode sin meny for å compilere, bygge og kjøre finnes det også et valg - *Analyze*. Ved å kjøre dette programmet blir koden analysert og output er markering av mulige minnelekkasjer.

En annen metode som er brukt er *Instruments*-programmet (Product – Build for – Testing). Instruments inneholder en hel rekke ferdige test-oppsett som kan kjøres eller man kan konfigurere egne oppsett. Her legger vi også vekt på å avdekke eventuelle minnelekkasjer i appen. Resultatet fra denne delen av testingen er ikke stort, men noen få potensielle steder for minnelekkasje er avdekket. Disse verktøyene vil uansett bare gi en advarsel og vi har erfart at det dukker opp en del alarmer som ikke er reelle.

Ut over dette er det ikke kjørt noen andre tester fra Xcode.

Krav som ikke er oppfylt:

- (3.1) Fortløpende graf mens målingen pågår.

Dette er et krav som ville gi en helt ny design av brukergrensesnittet på appen da grafen måtte vært i samme bilde som start/stopp-knappen. Det er ikke noe problem i seg selv med passer dårlig med vårt valg av menysystem. Dessuten ser vi ikke den store nytten i og med at telefonen ligger på gulvet mens appen kjøres. Det er trolig ikke noen store vanskeligheter forbundet med å implementere en slik løsning. Vi må starte opp med at én skjermbredde tilsvarer f.eks. 10 sekunder. Når 10 sekunder passerer må grafen komprimeres ved at én skjermbredde nå utgjør f.eks. 50% lengre tid. Dette går i en løkke helt til appen stoppes.

- (3.3) Navnsetting av hvert enkel forsøk.

Dette kravet er en naturlig utvidelse av appen. Vi ser for oss at brukeren velger om forsøk skal navngis ved oppstart. Det som må endres er de rutine som sorterer rekkefølgen på forsøkene i fil-tabellen. Her bruker vi nå bare filnavnet til å sortere da dette gir nyeste forsøk øverst ved rett bruk. Med andre filnavn må vi bruke tidspunkt for lagring av filen. Dette er ikke undersøkt men vil trolig være en grei måte. Hovedårsaken til at vi ikke har lagt inn dette kravet er at det vil gjøre appen mindre intuitiv og enkel i bruk. I tillegg er tidsaspektet en faktor.

- (3.4) Overføring av alle lagrede forsøk i én epost.

Dette er også en naturlig utvidelse av appen som vil være nyttig ved bruk. Vi ser for oss en implementasjon der dette er et ekstra valg på verktøysiden hvor man «tikker av» at alle filene skal sendes og ikke bare den ene som er aktiv. Årsaken til at kravet ikke er implementert er at det per i dag ikke finnes støtte for komprimering av filer i iOS. Det finnes noen uoffisielle alternativer som benytter gzip og zlib, men vi har valgt å bruke rene Apple biblioteker i dette prosjektet. Å legge inn alle filene som enkeltvedlegg synes vi ikke er en god løsning. Så snart iOS kommer med støtte for komprimering kan det legges inn en algoritme som pakker alle csv-filene i et zip-arkiv som legges ved eposten.

- (3.6) Portering av appen til eldre iPhone-modeller.

Dette er et krav som nærmest er påkrevd hvis appen skal kommersialiseres. Det finnes en del utfordringer her som må løses. For det første har ikke eldre modeller innebygd gyroskop. Vi må derfor legge inn en versjonsjekk og for eldre modeller benyttes bare akselerometer. Dette krever at rådata filtreres godt før å få vekk mest mulig støy fra målingene. For det andre har ikke eldre iOS versjoner støtte for den epost-metoden vi har brukt. For disse må vi derfor benytte den mer simple «mailto»-metoden for å sende epost. Problemet med denne metoden er at den ikke har støtte for filvedlegg. Man kan se for seg at rådata limes rett inn i innholdet av eposten men det er ingen god løsning. Alle slike løsninger ville uansett kreve nøyaktig og tidkrevende testing i alle de testfaser som er nevnt her. Vi har hverken eldre iPhone-modeller tilgjengelig eller tid til å gjøre denne jobben.

- (3.7) Portering av appen til andre plattformer.

4 Resultater

I praksis vil dette bety portering til Android plattformen noe som også ville vært naturlig å gjøre ved en kommersialisering av appen. Dette kravet er ikke undersøkt nærmere men vi antar at en løsning forholdsvis enkelt kan implementeres for Android. Det er imidlertid en oppgave som går langt utenom prosjektets rammer.

Under egen testing av appen har vi selv kommet på noen aktuelle utvidelser av funksjonaliteten som ikke er lagt inn i koden:

- Markere aktiv fil i filutforskeren.

Det kan være kjekt å se i fillisten hvilken av filene som er satt til aktiv fil. Dette kan realiseres på flere måter men å sette opp navnet på aktiv fil med fet skrift vil være en god metode.

- Justering av timer for kvitterings-meldinger.

Dette er kanskje mest aktuelt for nye brukere der man kanskje ønsker å ta det med ro og få med seg alle detaljer og meldinger fra systemet. Når appen er kjent kan timeren settes ned til 1 sekund eller man kan fjerne kvitteringsmeldingene helt om ønskelig ved å sette timeren til 0. En slik funksjon må eventuelt legges inn i en egen konfigurasjonsside for appen.

4.2.6 Oppsummering

Dette avslutter resultatene fra programutviklingen. Vi har valgt å ikke ta med mye kode i rapporten. De som er spesielt interessert kan se på filen som finnes vedlagt rapporten. Vi har etterstrebet å kommentere koden så godt som mulig slik at lesbarheten skal være god.

Som vi har erfart i et tidligere prosjekt (Sandvei, upublisert) er det morsomt og interessant å utvikle for iOS i Xcode. Man får veldig raskt opp noe som kan kompiles og vises på telefonen. Xcode egner seg derfor godt til å utvikle med en vannfallmodell som går i løkke.

Det at Xcode oppretter alt som er nødvendig i alle metodene er naturlig nok en styrke men også en utfordringen hvis man har erfaring fra andre metoder. Det vi normalt har gjort tidligere er å bygge opp en egen app med klasser, metoder osv. hvor man putter inn bruk av eksisterende biblioteker der dette er nødvendig. Med Xcode er tankegangen snudd omtrent på hodet. Her er skjelettet gitt med alle påkrevde klasser og metoder. Jobben til utvikleren er å fylle inn sine små kodelinjer på riktig sted slik at appen gjør det vi ønsker.

Et viktig poeng å nevne her er at appen er laget fra bunnen av i dette forsøket. Hvis vi skal utviklet apper for å dekke andre fysikkforsøk er mye allerede klart og tiden for å få en ferdig løsning antas å bli merkbart redusert.

4.3 Demonstrasjon og evaluering av applikasjonen

Den siste og korteste delen av prosjektet er gjennomført som et kvalitativt strukturert forskningsintervju. Alle detaljer fra denne undersøkelsen finnes i vedlegg C.2. Vi skal her gå gjennom de viktigste resultatene.

4.3.1 Gjennomføring

Vi benytter de samme 4 lærerne som ble brukt som informanter i den empiriske undersøkelsen. Alle disse uttrykte i den fasen at de så frem til å få se og prøve den endelige applikasjonen. Dette ser vi på som en tillitserklæring som fungerer som en god motivasjon under arbeidet.

Møtene denne gangen gjennomføres så raskt og effektivt som mulig på grunn av den travle perioden dette er for lærerne. Intervjuguiden er til god hjelp for å oppnå dette. Intervjuene har alle varighet under 30 minutter.

Alle 4 lærerne oppleves som positive både til prosjektet generelt og produktet spesielt. Noen nevner at de hadde håpet på et annet forsøk, f.eks. var en av dem veldig opptatt av pendelforsøket mens en annen mente HeisApp gjerne kunne utvides til å dekke f.eks. vognforsøket. Vi oppnår imidlertid full aksept for vår begrunnelse for valget av HeisApp.

Demonstrasjonen går veldig fint. Bare én av lærerne vil kjøre heis selv for å se appen i reell bruk. For de tre andre fungerer det forsøket som er lagret på forhånd som en god demonstrasjon samt at vi simulerer heisbevegelser ved å løfte telefonen opp og ned.

Overføring av csv-fil med epost blir utført i alle 4 møtene men bare 3 har anledning til å se nærmere på filen. Vi opplever noen småproblemer med å få inn data korrekt i regnearkprogrammene de forskjellige bruker. Dette løser seg etterhvert som vi ble litt mer kjent med programmene. Demonstrasjon av hvor enkelt man lager en graf fra regnearkprogrammet fungerte meget bra.

Utspørringen til slutt med de 20 spørsmålene som skal besvares går tyngre. Vi må flere ganger presse på for å få en konkret vurdering på enkeltpunkter. Dette er noe vi har forståelse for. Mange er ikke komfortable med denne typen spørreundersøkelser selv om lærere kanskje bør være godt vant med å evaluere resultater fra sitt daglige arbeid.

Vi presiserer veldig nøye før denne sesjonen at lærerne skal være kritiske da full score her ikke er noe mål for oss. Dette fører til at ihvertfall noen av lærerne leter aktivt etter ting å sette på minussiden. Kanskje det bikker litt over i noen tilfeller men vi opplever dette som en positiv respons på vår oppfordring.

4.3.2 Viktigste resultater

Vi skal nå kort referere de viktigste resultatene der 5 poeng er høyeste score og 1 poeng er laveste.

Alle 4 er enige om at appen dekker en del av pensum – noe som var ett av kriteriene, og alle gir full score (5 poeng) på spørsmål om hvor godt appen demonstrerer mulighetene ved teknologien.

Funksjonalitet for appen slik som brukergrensesnitt, kvalitet på graf osv. får en score på 4,5. Det er flere som ønsker seg zoom-funksjon på grafen. Under første utspørring er også grensesnittet noe mer tungvindt ved at alle aktiviteter må bekreftes av brukeren. Dette er forbedret til de 3 siste utspørringene. Likeledes er lesbarheten på all tekst forbedret etter første demonstrasjon som følge av tilbakemeldinger der.

Alle 4 gir full score på spørsmål om hvor godt elevene vil håndtere appen. Når det gjelder

4 Resultater

antatt håndtering av en slik app av lærerne ligger svaret på 4. Når det gjelder spørsmålet om hvor godt csv-filen vil fungere som en kilde til f.eks. rapport ligger det på 3,75. Vi antar resultatet er så pass lavt pga. problemer med å åpne filen i programmet som ble brukt på lærernes PC.

Innholdet i grafen på skjermen får score 4,25. Igjen noe trekk da enkelte ønsker seg zoom-funksjonalitet. Innholdet i csv-filen får karakter 4,5.

Det punktet som scoret lavest er spørsmålet om de tror måleverdiene er eksakte (3,25 poeng). Dette er ikke overraskende da ingen av dem kjenner til tester som måler hvor gode tallene er. Det er imidlertid kommentert av alle at dette ikke er et vesentlig poeng så lenge man får frem en graf der sammenhengen mellom bevegelsene er korrekt. Denne sammenhengen mente alle var korrekt.

Tre av lærerne gav score 5 for sannsynligheten til at appen vil benyttes hvis den blir tilgjengelig og samme score for hvor godt de liker appen totalt sett. Den siste læreren gav 4 poeng for begge disse da det var ønske om utvidet funksjonalitet i appen for å gi full pott.

Spørsmålet om denne teknologien vil gi økt læringsutbytte for elevene og forbedre eller forenkle lærernes hverdag ender begge på 4,25 poeng. Den positive pedagogiske effekten havner også på denne poengsummen naturlig nok.

Når det gjelder potensielle problemer eller utfordringer ved å ta i bruk denne teknologien i undervisningen kommer det frem noen interessante momenter. Vi tenker i denne sammenhengen på at det kan bli uro i klassen eller at telefonen brukes til andre ting enn den skal som f.eks. surfing på Internett. Det som nevnes her er imidlertid at programmet må være lett tilgjengelig. Dette er et veldig godt poeng spesielt for iPhone der all distribusjon må skje gjennom App Store. Den andre kommentaren går på at de som ikke har iPhone 4 i en klasse kanskje vil føle seg satt litt utenfor. Dette er også et godt poeng som i en kommersiell app kanskje løses ved portering av appen til eldre modeller og andre systemer som Android.

2 av lærerne gir full score på vurderingen av om de er mer positiv til denne teknologien nå i forhold til før prosjektet startet. De to som har iPhone selv gir hhv. 3 og 4 poeng på dette spørsmålet. Dette er helt som ventet da vi antar at personer med iPhone kjenner til noen av mulighetene med denne teknologien.

Potensialet for bruk av denne teknologien som pedagogisk verktøy får karakter 4 fra alle lærerne, dvs. over middels men ikke helt på topp.

3 av lærerne kommenterer avslutningsvis at de ser frem til å få prøvd ut appen selv og ønsker derfor informasjon om når den er tilgjengelig for nedlasting. Dette anser vi som en meget positiv tilbakemelding i seg selv.

Avslutningsvis tar vi med noen forslag til forbedringer og utvidelser som kommer opp i denne fasen:

- Unødvendig med kvittering av alle valgene.
Dette er et betimelig ønske som er rettet opp i den endelige appen.
- Litt liten skrift.

4 Resultater

Dette er også en god kommentar og skriften er justert i den endelige appen.

- Ønsker mer informasjon på førsteaksen.

Vi har lagt inn tallverdi for halve tiden og sluttiden. Ut over det synes vi det kan bli for mye informasjon i grafen og velger å beholde opprinnelig oppsett.

- Ønsker mulighet for å zoome i grafen.

Dette er et forståelig ønske som trolig ikke veldig avansert å få til. Tidlig i prosjektet har vi en versjon med faste enheter på X-aksen slik at lengre forsøk går ut over en skjerm-side og man kan scrolle bortover grafen (med fingerbevegelser på skjermen). Zoom inn og ut på skjermbildet bruker helt tilsvarende funksjonalitet i iOS ved at to fingre trekkes mot hverandre eller beveges fra hverandre. Vi velger likevel å ikke legge inn en slik løsning. Hovedårsaken er at hele poenget med skjermbildet er at man med et kjapt blick ser hele resultatet av kjøringen. Dette er faktisk kommentert som et positivt poeng fra en lærer ved at hvis f.eks. start- og stoppdelen av grafen ikke er synlig samtidig mister man noe av poenget med visualiseringen. Vi overlater derfor til etterbehandling av csv-filen på datamaskin å manipulere med grafen.

- Flere lærere ønsker å få utviklet app for pendelforsøket og vognforsøket.

Dette oppleves som en veldig positiv tilbakemelding men er ikke gjennomførbart innen prosjektets rammer.

- En lærer ønsker å kunne velge akselerasjon i stedet for kraft på Y-aksen.

Dette er meget enkelt å få til. Grafen vil bli helt lik men verdier og måleenheter må endres. Det kan legges inn som et valg under Verktøy. Vi velger å ikke legge inn dette for å beholde en enkel design med færrest mulig knapper og valg. Hvis f.eks. en pakkeløsning for overføring av zip-filer kommer inn ser vi for oss et eget skjermbilde for konfigurering av brukerens preferanser. Her vil et naturlig valg være om man skal bruke forhåndsdefinerte filnavn eller om brukeren selv skal gi forsøkene egne navn og valg av timer på kvitteringsmeldinger.

- Ønsker mulighet for skjermutskrift.

Dette er nok et ønske som stammer fra tilsvarende funksjonaliteten på Pasco sitt utstyr. Vi undersøker ikke dette nærmere da vi ikke ser den store nytten med en slik løsning i vår app. Det skal være mulig i siste iOS-versjon å koble seg opp mot trådløse printere så hvis dette er et stort ønske fra brukerne lar det seg helt sikkert gjøre å implementere i en evt. kommersiell app.

- Ønsker å få inn en graf til som viser hastigheten.

Dette er også et godt forslag. For å beholde enkelheten må en slik graf kunne slås av og på. En god løsningen for dette er å ha to forskjellige Y-akser i samme graf – en på hver sin side av skjermbildet – der den ene viser akselerasjon/krefter med en rød graf mens hastigheten visualiseres f.eks. med en blå graf. Dette innspillet kom i det aller siste intervjuet som var flere uker forsinket pga. uforutsette hendelser på læreren sin side. Derfor er det ikke lagt inn først og fremst pga. manglende tid. For

4 Resultater

en utvidelse av appen er dette en meget god kandidat.

- Ønsker støttet for iPhone3.

Et høyst betimelig ønske som vi har omtalt nærmere i kapittel 4.2.

Vi har nå gått gjennom resultatene fra de tre delene av prosjektet. Det gjenstår ett kapittel i rapporten hvor vi trekker konklusjoner og angi potensielle retninger for videre arbeid innen dette feltet.

5 Konklusjon

Dette kapitlet avslutter rapporten. Vi skal her oppsummere hovedproblemene, metodene og resultatene. Deretter kommer en kort diskusjon og de viktigste konklusjonene før vi til slutt tar med noen forslag til videre arbeid.

5.1 Oppsummering

Oppgavene som skal løses i dette prosjektet kan deles i tre – noe som er en gjennomgående oppdeling i denne rapporten (kapitlene 3 og 4).

Første del er å undersøke hva som brukes av IKT-verktøy i skolen med spesiell fokus på fysikkfaget.

På grunn av prosjektets rammer velger vi her å bruke en kvalitativ metode med semi-strukturerte forskningsintervju. Resultatet er dybdeintervju med 4 fysikklærere fra skoler i Trondheimsområdet. Dette er derfor ikke nødvendigvis helt representativt for hva som skjer i alle landets fysikkklasser men det vil være en god pekepinn. For vårt formål er data fra denne undersøkelsen gode nok.

Vi får gode tilbakemeldinger som tyder på at IKT er aktivt i bruk i skolen på mange nivå. Grunnbehovet som vi antar finnes i alle fag er bruk av datamaskin til administrasjon, oppgaveskriving og presentasjoner. For fysikkfaget brukes Internett aktivt for å finne videoer, animasjoner og små programmer som kan demonstrere fysiske fenomener eller teorier. Til dette søkearbeidet brukes i tillegg til vanlige søkemotorer læreverkene sine nettsider som inneholder en del stoff og linker til relevante nettsider. En del spesialprogram for PC benyttes bl.a. GeoGebra og programmer for behandling av digital lyd. Den mest spesielle IKT-bruken i fysikkfaget gjelder bruk av dataloggere i forsøk og demonstrasjoner. Dette er spesiallaget utstyr som er kostbart i innkjøp slik at det er en begrenset ressurs på fysikklaboratoriene. Det eksisterer mer enn 70 forskjellige sensorer som kan kjøpes inn og kobles til utstyret. De mest vanlige sensorene blant våre informanter er kraftmålere, temperaturmålere, lys-sensorer, lyd-sensorer og bevegelsesensorer. På grunn av utdatert utstyr som fungerer dårlig velger noen lærere å ikke bruke dette utstyret.

Resultatene fra vår empiriske undersøkelse stemmer godt overens med tidligere studier som er referert i kapittel 2.

Avslutningsvis under intervjuene med lærerne går vi gjennom konkrete forslag til applikasjoner for utvikling til iPhone som kan benyttes i et forsøk eller en demonstrasjon i faget.

Andre del av prosjektet består av programvareutvikling. Vi velger å benytte vannfallmodellen som metode i denne delen av prosjektet. Den utvides etterhvert ved at vi gjennomløper modeller flere ganger i en løkke.

Forslagene til applikasjoner etter intervju med lærerne evalueres og vi ender opp med en topp-3-liste. På toppen av listen setter vi HeisApp som er den løsningen vi ender opp med å implementere. Plattform for applikasjonen er iPhone 4 med operativsystemet iOS4. Alle utviklingsverktøyene ligger i Xcode-pakken fra Apple og programmeringsspråket vi velger å

5 Konklusjon

benytte er Objective-C.

Vi setter opp en kravliste i tre nivå; absolutt påkrevde krav, ønskelige krav og «kjekt-å-ha»-krav. Design og koding går bra og vi ender opp med å implementere alle kravene i de to første kategoriene mens noen krav fra siste kategori blir utelatt.

HeisApp benytter de innebygde bevegelsesensorene i iPhone 4 og demonstrere et komplett forsøk i fysikken som står beskrevet i læreverkene. Dette forsøket demonstrerer Newtons andre lov og utføres av flere lærere i dag med helt andre verktøy som gir dårlige og unøyaktige måleresultater.

Erfaringene fra utviklingsdelen av prosjektet samsvarer godt med tidligere erfaringer vi har med samme teknologi. Apples utviklingsverktøy fungerer godt og nettressursene til utviklere inneholder mange gode eksempler og omfattende dokumentasjon.

Tredje del av prosjektet innebærer en demonstrasjon og utprøving av HeisApp for de 4 lærerne. Dette etterfølges av en evaluering der lærerne besvarer 20 spørsmål relatert til applikasjonen og teknologien. Metoden som benyttes i denne fasen er kvalitativt forskningsintervju med strukturerte spørsmål.

Tilbakemeldingene fra lærerne er meget gode. 3 av 4 likte løsningen meget godt og ville helt sikkert benyttet HeisApp i undervisningen hvis den var tilgjengelig. Siste lærer likte løsningen godt og ville trolig brukt den i sin undervisning. Alle mener applikasjonen demonstrerer meget godt mulighetene som ligger i teknologien opp mot pedagogisk bruk og alle 4 er enige i at potensialet bruk av smarttelefoner som pedagogisk verktøy i skolen er stort.

5.2 Diskusjon

Når det gjelder metodene som er brukt i prosjektet skulle vi gjerne hatt mer tid til rådighet til å utvide prosjektet med en kvantitativ undersøkelse. For eksempel en undersøkelse blant alle landets fysikklærere. Vi føler imidlertid at bakgrunnsinformasjonen som er hentet i dette prosjektet er god nok til vårt formål så mer interessant vil det være å prøve ut applikasjonen (gjørne flere enn bare HeisApp) i en eller flere fysikk-klasser for å studere nærmere effekten av teknologien i praktisk bruk.

Det prosjektet vårt bidrar med er å vise at det er fullt mulig å skreddersy applikasjoner til iPhone som passer rett inn i pensum for fysikkfaget. Som vi viser finnes det mange typer applikasjoner tilgjengelig på App Store som toucher innom emner i faget uten at det er satt inn i en sammenheng. Vår app gjør denne tilpasningen helt eksakt.

Det forsøket vi velger å lage en applikasjon for utføres allerede i dag men med vår metode vil forsøket være meget enkelt å utføre da elevene ikke trenger annet utstyr en sin egen telefon som de likevel alltid har med. Dessuten vil resultatene fra vårt forsøk være mye mer eksakt enn måten det gjøres på i dag. Til slutt er det måten resultatet visualiseres på som gjøre dette til noe nytt. Her får elevene grafen på en skjerm side som viser nøyaktig sammenhengen mellom heisens bevegelser og de kreftene som virker på telefonen. Det er også enkelt å tilgjengeliggjøre resultatene gjennom muligheten for å overføre datafiler med epost. Vi tør derfor konkludere med at det vi har vist i prosjektet er en nyvinning og at det forhåpentligvis kan bidra til forskningen innen bruk av smarttelefoner i

5 Konklusjon

undervisningen.

Vi opplever ingen store avvik i den planlagte gjennomføringen av prosjektet. Det tar uventet lang tid å få på plass tilstrekkelig antall informanter men utviklingsprosessen går så pass raskt at dette ikke blir noe avgjørende problem. Som nevnt velger vi å ikke implementere noen av de minst viktige kravene og noen av disse er grunnlagt med manglende tid. Vi ønsker å legge inn utvidelser i applikasjonen etter gode tilbakemeldinger fra lærerne men ett sted må vi sette strek. Evalueringen går veldig raskt og greit bortsett fra siste lærere som blir kraftig forsinket. Under den siste samtalen kommer det opp et meget relevant forslag til utvidelse av applikasjonen med å legge inn en ekstra fartsgraf men dette rekker vi ikke å implementere.

Tilbakemeldingene fra lærerne er så entydige at vi mener å ha vist i dette prosjektet at «*Bruk av iPhone som pedagogisk verktøy i skolen*» har store muligheter i fremtiden.

5.3 Konklusjon

De metodene vi har valgt i prosjektets tre faser har fungert meget godt og vi mener dette er riktige valg gitt prosjektets oppgaver og rammer. Oppgaven er løst etter forventning. Vi har oppnådd å få gode svar på spørsmålene som ligger i oppgaveteksten og konkluderer med at:

Bruk av iPhone som pedagogisk verktøy i skolen har et stort potensiale.

Vi har gjennom dette prosjektet vist dette ved å utvikle en unik applikasjon som kobler bruk av en populær og mye utbredt smarttelefon og dens innebygde bevegelsesensorene sammen i en skreddersydd applikasjon som kan brukes rett inn i et eksisterende forsøk i fysikkfaget.

Avgjørende momenter for at løsningen er god:

- Stor grad av gjenkjenning med eksisterende apper for iPhone.
- Enkelheten i bruk da man kun benytter sin egen telefon som likevel er med på skolen. Ingen andre verktøy er nødvendig.
- Nøyaktige målinger med god oppløsning på data.
- God visualisering av resultatet som på en rask og enkel måte viser koblingen mellom bevegelser og graf.
- Enkel tilgang på måledata for etterbehandling eller deling med andr gjennom lagring av fil på telefonen og mulighet for å sende denne med epost.

5.4 Videre arbeid

Som vi viser i kapittel 4 kan det gjøres flere fornuftige forbedringer og utvidelser i HeisApp. Spesielt hvis denne applikasjonen skal benyttes i skolen er en god lærerguide påkrevd.

Utvikling av flere applikasjoner til fysikkfaget er også en interessant forlengelse. Vi har foreslått flere muligheter i denne rapporten og ser for oss muligheten for å utvikle en egen

5 Konklusjon

pakke som inneholder forskjellige forsøk. Spesielt er vognforsøket og pendelforsøket gode kandidater for en slik programpakke.

Denne oppgaven ser spesielt på bruken av bevegelsesensorene i en skreddersydd applikasjon. Dette kan også benyttes i andre skolefag. I kapittel 2 beskriver vi noen forslag til bruk i andre fag bl.a. musikkfag, dans og idrettsfag.

Ser vi ut over bruken av disse spesifikke sensorene finnes det mange muligheter. Lærerne foreslår følgende fag som aktuelle for utvikling av applikasjoner: Geofag, Teknologi og Forskningslære, IT og programmering og Biologi. Vi ser også for oss flere aktuelle fag som Matematikk og Kjemi.

Referanseliste

- Amft, O., P. Lukowicz (2009) *From Backpacks to Smartphones: Past, Present, and Future of Wearable Computers*. IEEE Pervasive Computing, July-September 2009.
- Anderson, F. (2009) *Xcode 3 unleashed*. Indianapolis, Ind.: Sams.
- Angell, C. (2011) *Datalogging og ny teknologi i naturfagsundervisningen* [online]. Tilgjengelig fra <http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=18215> [Lastet ned mai 2011].
- Apple (2010) *The Apple World Wide Developers Conference 2010 - Session Videos* [online]. Tilgjengelig fra: <https://developer.apple.com/videos/wwdc/2010/> [Lastet ned oktober 2010].
- Apple (2011a) *iPhone 4 Technical Specifications* [online]. Tilgjengelig fra <http://www.apple.com/iphone/specs.html> [Lastet ned april 2011].
- Apple (2011b) *Develop for iOS. The world's most advanced mobile platform* [online]. Tilgjengelig fra <http://developer.apple.com/technologies/ios/> [Lastet ned april 2011].
- Apple (2011c) *Event Handling Guide for iOS* [online]. Tilgjengelig fra <http://developer.apple.com/library/ios/documentation/EventHandling/Conceptual/EventHandlingiPhoneOS/Introduction/> [Lastet ned april 2011].
- Apple (2011d) *Xcode* [online]. Tilgjengelig fra <http://developer.apple.com/support/xcode/> [Lastet ned juni 2011].
- Apple (2011e) *Cocoa Fundamentals Guide* [online]. Tilgjengelig fra <http://developer.apple.com/library/ios/documentation/Cocoa/Conceptual/CocoaFundamentals/Introduction/> [Lastet ned april 2011].
- Apple (2011f) *The Objective-C Programming Language* [online]. Tilgjengelig fra <http://developer.apple.com/library/ios/documentation/Cocoa/Conceptual/ObjectiveC/Introduction/> [Lastet ned mai 2011].
- Apple (2011g) *Developer Forums* [online]. Tilgjengelig fra <https://devforums.apple.com/> [Lastet ned april 2011].
- Bernhard, J. (2003) *Physics Learning and MBL – Learning effects of using MBL as a technological and as a cognitive tool*. Science Education Research in the Knowledge Based Society. Dordrecht: Kluwer.
- Callin, N. P., J. Pålsgård, et al. (2007) *(Fysikk 1) Ergo*. Oslo, Aschehoug.
- Callin, N. P., J. Pålsgård, et al. (2008) *(Fysikk 2) Ergo*. Oslo, Aschehoug.
- Camurri, A., S. Hashimoto, et al. (1999) *KANSEI analysis of dance performance*. IEEE Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 1999.
- Cochrane, T., R. Bateman (2010) *Smartphones give you wings: Pedagogical affordances of mobile Web 2.0*. Australasian Journal of Educational Technology, 2010.
- Dalen, M. (2004) *Intervju som forskningsmetode: en kvalitativ tilnærming*. Oslo, Universitetsforlaget.

Referanseliste

- Danielsen, T. A. (2008) *Datalogging i fysikkundervisningen i videregående skole*. Masteroppgave i fysikkdidaktikk, Universitetet i Oslo.
- DeGani, A., G. Martin, et al. (2010) *Mobile Learning Shareable Content Object Reference Model (m-SCORM) Limitations and Challenges*. [online] Tilgjengelig fra http://www.m-learning.org/images/stories/Final_mSCORM_paper.pdf [Lastet ned mai 2011].
- Dexter, L. A. (1970) *Elite and specialized interviewing*. Evanston, Northwestern University Press.
- Dey, A. K., G. D. Abowd (2004) *Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness*. Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2000).
- Dey, A. K., G. D. Abowd (2000) *Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness*. Conference on Human Factors in Computing Systems, 2000.
- Distimo (2011) *We Know App Stores* [online]. Tilgjengelig fra <http://report.distimo.com> [Lastet ned mai 2011].
- Evenstuen, A., J. T. Dalen, Ø. H. Midtbø (2010) *The Use of iPad as a Learning Tool*. Midterm Report [online] Tilgjengelig fra <http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF4260/h10/> [Lastet ned mai 2011].
- Foreman, G. H., J. Zahorjan (1994) *The Challenges of Mobile Computing*. IEEE Computer Magazine, April 1994.
- FramsIKT (2011) *Framtidens klasserom – (ny) teknologi i skolen!* [online] Tilgjengelig fra <http://framsikt.wordpress.com/> [Lastet ned mai 2011].
- Gartner (2011) *Gartner Says Android to Command Nearly Half of Worldwide Smartphone Operating System Market by Year-End 2010* [online]. Tilgjengelig fra <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1622614> [Lastet ned mai 2011].
- Google (2011) *Android: momentum, mobile and more at Google I/O* [online]. Tilgjengelig fra <http://googleblog.blogspot.com/2011/05/android-momentum-mobile-and-more-at.html> [Lastet ned mai 2011].
- Gray, J. A. (1989) *Dance Technology. Current Applications and Future Trends*. Reston Va.
- Grosshauser, T., T. Hermann (2009) *The Sonified Music Stand – an Interactive Sonification System for Musicians*. Sound and Music Computing Conference, Porto 2009.
- Halsan, H. Ø. (2009) *Lærebøker i fysikk etter Kunnskapsløftet – en analyse av lærebøkernes tekstlige behandling av nye temaer i fysikk i videregående skole*. Masteroppgave i fysikkdidaktikk, Universitetet i Oslo.
- Hazas, M. og Scott, J. og Krumm, J. (2004) *Location-Aware Computing Comes of Age*. IEEE Computer Magazine, February 2004.
- Jerstad, P. (2007) *Rom, Stoff, Tid: fysikk 1*. Oslo, Cappelen
- Jerstad, P. (2008) *Rom, Stoff, Tid: fysikk 2*. Oslo, Cappelen
- Kia, N. (2009) *3D Motion Data Analysis and Visualisation for Technology-Enhanced Learning and Heritage Preservation*. Conference on Artificial Intelligence, Aiked 2009.
- Kjos, B. (2009) *Innføring i informasjonsteknologi*. Trondheim, Tapir.

Referanseliste

- Kochan, S. G. (2009) *Programming in Objective-C 2.0*. Upper Saddle River, N.J.: Addison Wesley Professional.
- KPT Komet (2011) *Velkommen til KPT Komet!* [online]. Tilgjengelig fra <http://kptkomet.no> [Lastet ned mai 2011].
- Kvale, S. (2002) *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo, Ad notam Gyldendal.
- Lie, S., C. Angell, A. Rohatgi (2010) *Fysikk i fritt fall? TIMSS Advanced 2008 i videregående skole*. Oslo: Unipub.
- Lo Cicero, M. L. (2008) *Understanding a Cartesian graph using the motion sensor*. Acta Didactica, 2008.
- Matthews, M. R. (1989) *Galileo and pendulum motion: A case for history and philosophy in the science classroom*. Research in Science Education, Number 1 – 1989.
- Mørk, S. M., D. Jorde (2005) *Hva må til for at lærere skal bruke digitale læremidler?* Norsk pedagogisk tidsskrift, Nummer 1, 2005.
- Naismith, L., P. Lonsdale, et al. (2004) *Litterature Review in Mobile Technologies and Learning*. A Report for NESTA Futurelab, University of Birmingham.
- Nasiri, S., S-H. Lin, et al. (2009) *Motion Processing: The Next Breakthrough Function in Handsets* [online] Tilgjengelig fra: http://www.invensense.com/mems/gyro/documents/whitepapers/InvenSense_Motion#Processing MPUApps_WhitePaper.pdf [Lastet ned september 2010].
- Nehmzow, U., T. Smithers, B. McGonigle (1992) *Increasing Behavioural Repertoire in a Mobile Robot*. International Conference on Simulation of Adaptive Behavior, Hawaii 1992.
- NSD (2011) *Personvernombudet for forskning* [online]. Tilgjengelig fra <http://www.nsd.uib.no/personvern/meldeskjema> [Lastet ned april 2011].
- Olsen, R. V. (2006) *Framtida til programfaget fysikk*. Brev fra Norsk Fysikklærerforening til Kunnskapsdepartementet [online]. Tilgjengelig fra fysikk.hfk.vgs.no/Til_Kunnskapsdepartementet.pdf [Lastet ned april 2011].
- Pasco (2011) *Igniting 21st Century Science Education* [online]. Tilgjengelig fra <http://www.pasco.com> [Lastet ned mai 2011].
- Pogorelc, B., M. Gams (2010) *Discover of Gait Anomalies from Motion Sensor Data*. IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence, Ljubljana 2010.
- Reilly, M., H. Shen (2011) *Shared note-taking: A Smartphone-based approach to increased student engagement in lectures*. International Workshop on Collaborative Editing Systems, China 2011.
- Rideout, P. (2009) *iPhone 3D Programming*. O'Reilly Media 2009.
- Sandvei, S. (upublisert) *iPhone som pedagogisk verktøy*. Prosjektrapport høsten 2010.
- Schwabe, G., C. Göth (2005) *Mobile learning with mobile game: design and motivational effects*. Journal of Computer Assisted Learning, June 2005.
- Sharples, M., I. Arnedillo-Sánchez, et al. (2009) *Mobile Learning. Small Devices, Big*

Referanseliste

Issues. Springer Science+Business Media B.V.

SNL (2011a) *Store norske leksikon: IKT* [web] Tilgjengelig fra http://snl.no/informasjons-og_kommunikasjonsteknologi [Lastet ned mai 2011].

SNL (2011b) *Store norske leksikon: metode* [web] Tilgjengelig fra <http://snl.no/metode> [Lastet ned mai 2011].

Sokoloff, D. R., P. W. Laws, R. K. Thornton (2007) *RealTime Physics: active learning labs transforming the introductory laboratory*. European Journal of Physics, Number 3 2007.

Stav, E. (2009) *Developer's overview and comparison of the iPhone and the Android platforms* [online] . Tilgjengelig fra:

<http://www.sintef.no/project/UbiCompForAll/UniCompForAll/#presentations/iPhone%20and%20Android.pdf> [Lastet ned oktober 2010].

Stevenson, S. (2010) *Cocoa and Objective-C: up and running*. Beijing: O'Reilly.

Stone, B. (2004) *The next frontiers: way cool phones*. Newsweek, June 2004.

Utdanningsdirektoratet (1994) *Læreplanverket for videregående opplæring (R94)* [online]. Tilgjengelig fra http://www.udir.no/Artikler/_Lareplaner/Lareplanverket-for-videregaende-opplaring-R94/ [Lastet ned april 2011].

Utdanningsdirektoratet (2006a) *Kunnskapsløftet – fag og læreplaner* [online]. Tilgjengelig fra <http://www.udir.no/lk06> [Lastet ned april 2011].

Utdanningsdirektoratet (2006b) *Læreplan i fysikk – programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram* [online]. Tilgjengelig fra <http://www.udir.no/grep/Lareplan/?laereplanid=171745> [Lastet ned april 2011].

Wang, A. I., C-F. Sørensen, et al. (2005) *The Nidaros Framework for Development of Location-aware Applications*. Working Conference on Mobile Information Systems – 2005 (MOBIS), Leeds UK.

Wang, A. I., T. Øfsdahl, et al. (2008) *An Evaluation of a Mobile Game Concept for Lectures*. Conference on Software Engineering Education and Training, April 2008, S. Carolina USA.

Zyda, M. (2005) *From Visual Simulation to Virtual Reality to Games*. IEEE Computer Magazine, September 2005.

Vedlegg A – Intervjudata

Dette kapitlet inneholder detaljert dokumentasjon fra den empiriske undersøkelsen.

Først kommer intervjuguiden som ble brukt under de kvalitative forskningintervjuene, deretter den samtykkeerklæringen informantene måtte skrive under. Til slutt kommer transkripsjon av de 4 intervjuene.

Notasjonen i transkripsjonene er «Q» for spørsmål og «A» for svar. Alle spørsmål og svar er nummererte.

Vedlegg A.1 – Intervjuguide

A.1.1 Innledning

Takk for at du stiller opp!

A.1.1.1 Presentasjon av meg selv og oppgaven

Masteroppgave i datateknikk (ikke fysikkdidaktikk!) ved IDI/NTNU innen programområdet «IKT og læring». Skal se på bruk av skreddersydde applikasjoner til smarttelefoner i skolen. Det skal utvikles en eksempelapplikasjon for iPhone 4 til forsøk eller demonstrasjoner for fysikkfaget i videregående skole.

Kort om iPhone 4 og muligheter:

- Stor popularitet med godt kjent grensesnitt.
- Kommer med noen innebygde sensorer som kan svært interessante for bruk i fysikkfaget. Blant annet gyroskop, akselerometer, kompass, GPS med kartapplikasjoner.
- I forhold til potensialet med disse sensorene er prisen relativt lav.
- Andre aktuelle tema som f.eks. å laste inn hele pensumet for et fag på apparatet, aksess til skreddersydde nettportaler for skole/fag, formelsamlinger, avanserte kalkulatorer osv. er ikke tema i min studie.

A.1.1.2 Mål for intervjuet

Jeg har databakgrunn og trenger hjelp fra fysikere med erfaring fra videregående skole.

Ønsker å få oversikt over hva som er tilgjengelig av IKT-verktøy i dagens skole og hva som brukes aktivt i det pedagogiske arbeidet.

For fysikkfaget er det også interessant å få vite hva som brukes av andre typer verktøy for demonstrasjoner og gjennomføring av forsøk/lab.

Det er også ønskelig med en vurdering av verktøyene i en pedagogisk sammenheng for å se om det kan trekkes slutninger om hva som gjør verktøy gode eller dårlige.

Til slutt er det ønskelig med konkrete forslag til en applikasjon som kan utvikles i prosjektet. Eventuelt hjelpe til med å vurdere de forslagene jeg selv har satt opp.

A.1.1.3 Praktisk

Intervjuet tas opp på diktafon slik at all relevant informasjon blir tatt vare på. Opptaket slettes ved prosjektets avslutning.

Intervjuet blir nedskrevet og sendt per epost som din referanse. Transkripsjonen fjerner alt utenomsnakk og normaliseres med tanke på språk og lignende.

A.1.2 Anonymisering

Både skole og person blir anonymisert i rapporten.

A.1.3 Samtykkeerklæring

Viser til avtale og samtykkeerklæring. Les gjerne gjennom denne før du signerer i to eksemplarer.

A.1.4 Intervjuet

Har du noen spørsmål før vi starter opptaket?

A.1.4.1 Bakgrunnsinformasjon

Forteller kort om seg selv; utdanning og erfaring i skoleverket.

Hvordan trives du i skolen?

A.1.4.2 Dagens situasjon

Generelt

Hva finnes og brukes av IKT-verktøy for bruk i skoleverket?

Tilgang på PC for elevene?

Fysikkfaget

Hva finnes av spesielle IKT-verktøy for fysikkfaget?

Finnes det IKT-ressurser knyttet til læreboken som benyttes? Brukes disse aktivt?

Legger læreplanen føringer for bruk av verktøy?

Andre verktøy/labutstyr som benyttes til forsøk og demonstrasjoner?

Finnes verktøy som ikke benyttes? Hvorfor benyttes ikke disse?

Egen erfaringen av effekten ved brukte verktøy; hvorfor er de gode, bedre enn andre, ikke bra?

Pedagogisk effekt kontra tavleundervisning?

Motivasjon- og interesse-vekker for elevene? Mestring av verktøyene?

A.1.4.3 Muligheter

Hvilke hjelpemidler kan bidra til enda bedre læring?

Hvilke egenskaper er viktige for verktøy (enkle, raske i bruk, små/lette, noe elevene har selv osv.)?

Kan skreddersydde applikasjoner til smarttelefoner være aktuelt?

Konkrete forslag til applikasjoner for fysikkfaget?

Kan vi diskutere de forslagene som er satt opp på forhånd? Kanskje du kommer på andre ting underveis!

Egne forslag (stikkordsform):

- Flyvinge (luftstrøm, krefter, endres ved å endre vinkel på telefon).
- Magnetfelt (animeres som et overlay på kamerabildet når man beveger seg rundt).
- Lysbryting (brytning gjennom f.eks. et prisme, endres ved å endre vinkel på telefon).
- Linser (optikk der konkave og konvekse linser demonstreres ved å flytte fokuspunkt).
- Pendel (bruk telefon som lodd i en pendel, justere masse-vinkel-snorlengde).

Vedlegg A – Intervjudata

- Uavhengighetsprinsippet (slippe telefonen rett ned og etterpå skrått kast).
- Akselerasjon (legg telefonen på en vogn i en bane, se på fart/akselerasjon, justere helningsvinkel).
- Heisforsøk (ta med telefon i heis, registrer krefter ved akselerasjon, konstant hastighet, stopp).
- Ballkast (telefonen kastes og registrerer parametre i prosjektilbanen).
- Friksjon (som akselerasjon-forsøket med fokus på friksjon og forskjellig underlag).

A.1.5 Avslutning

Har du kommet på noen nye momenter underveis?

Intervjuet blir nå transkribert med de småjusteringer det vil innebære. Resultatet sendes på epost så snart det er ferdig utskrevet. Du må ikke lese gjennom det hvis du ikke ønsker.

Kom gjerne med justeringer, utfyllende kommentarer eller forslag i ettertid hvis du kommer på ting vi ikke har snakket om i dag.

Når applikasjonen er klar til demonstrasjon tar jeg kontakt for om mulig å avtale et nytt møte.

Har det dukket opp nye spørsmål underveis?

Da stopper jeg opptaket.

Takk igjen for bidraget til denne oppgaven!

Vedlegg A.2 – Samtykkeerklæring

Avtale

Intervju til masteroppgave

Dette intervjuet inngår som en del av grunnlaget til min masteroppgave i datateknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) – Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap (IDI).

Oppgaven tar sikte på å kartlegge hva som finnes og brukes av IKT i skolen. Videre skal det vurderes muligheter og effekter ved å ta i bruk skreddersydde applikasjoner til smarttelefoner som et tillegg i det pedagogiske arbeidet. En eller flere eksempelapplikasjoner vil utvikles for iPhone for å benyttes til forsøk eller demonstrasjoner i fysikkfaget i videregående skole.

Resultatet fra intervjuet vil bidra til å kartlegge hva som eksisterer av verktøy generelt og spesielt for bruk i fysikkfaget. Likeledes er det ønskelig å motta forslag og diskutere konkrete eksempler på applikasjoner som kan utvikles for iPhone. Det vil også være aktuelt å få en evaluering av eksempelapplikasjonen når denne er klar for demonstrasjon.

Navn på skole og deltager vil anonymiseres i oppgaven.

Intervjuet blir tatt opp på diktafon for å sikre at alt kommer med. En transkripsjon av intervjuet sendes deltageren for informasjon og eventuell korrigerings.

Deltageren kan uten begrunnelse trekke seg fra samarbeidet så fremt intervjueren informeres om dette innen 1. mai 2011.

Tusen takk for at du vil bidra til oppgaven min!

Med vennlig hilsen

Sturla Sandvei

Mobil 920 44 006

Epost sturlsa@stud.ntnu.no

Samtykkeerklæring

Jeg godkjenner deltagelse på intervju og at dette blir brukt i masteroppgaven som beskrevet over.

Sted: _____ Dato: _____

Underskrift deltager: _____

Underskrift intervjuer: _____

Vedlegg A.3 – Intervju #1

Q1: Takk for at du stiller opp - det setter jeg stor pris på!

Kan du først si litt kort om deg selv når det gjelder utdanning og erfaring fra skoleverket.

A1: Jeg er utdannet cand.mag med fysikk og matematikk og mange vekttall i tillegg (ikke hovedfagsoppgave). Ferdig 2000 og jobbet så 4 år i offentlig videregående skole der det siste året med overlapp mot privat gymnas. Etterhvert full jobb ved privat gymnas med fysikk og matte som fag.

Q2: Har du tatt pedagogikk som tillegg?

A2: Ja, standard 2-delt PPU over 1 år. Første halvår med litt praksis, andre halvår med mye praksis.

Q3: Hvordan trives du i skolen?

A3: Jeg trives godt; spesielt i den privat skolen. Det er litt forskjell mellom offentlig og privat skole.

Q4: Kan du kort si noe om IKT-verktøy som brukes generelt i skoleverket - i vid forstand. Tenker da ut over vanlige PC-verktøy som Excel, Word, Powerpoint osv.

A4: Det finnes en del programmer, snutter, animasjoner osv. Mange matte-programmer f.eks. GeoGebra. Noe kommer fra store seriøse selskaper men også mye fra små aktører som lager enklere program for grafer osv. Jeg er ikke stor-forbruker av slike programmer. Det finnes også noe i fysikk – mest animasjoner og simuleringer. Hovedsaklig enkle små snutter som viser/demonstrerer et konkret tema/forsøk. Men vi har ikke ett stort og helhetlig program som dekker alle behov.

Disse programmene dras opp i timene for å demonstrere ting som er vanskelig å få til i praksis.

Q5: Hvilken lærebok benyttes og finnes det noen IKT-ressurser tilknyttet denne?

A5: Vi bruker «Rom, Stoff, Tid» som har egen web-side (RST-nett) som inneholder artikler, animasjoner, løsningsforslag til oppgaver osv. Den har en åpen elev-del og en lukket del for lærere med prøver, fremdriftforslag, løsningsforslag, demonstrasjoner, eksamener osv. Der finnes en del stoff der. Selv bruker jeg forsøk som er beskrevet i arbeidsboken til læreboken - i tillegg til gamle klassiske standardforsøk.

Q6: Er det noen forskjell i fordeling av labforsøkene mellom FY1 og FY2?

A6: Nei det er likt for fagene og relativt jevnt fordelt på de to.

Q7: Hvem velger hvilken bok som skal brukes?

A7: Jeg gjør det selv. Har brukt den tidligere og har god erfaring. Lett å fortsette med en kjent bok.

Q8: Er det forskjell på de 2 læreverkene som er tilgjengelig?

A8: Ergo vinkler mer inn mot elektronikk, sensorer, måling. RST er mer rettet mot teoretisk, moderne fysikk som f.eks. partikkelfysikk, fine bilder fra CERN osv. Der læreplanen åpner for det viser det litt forskjellig interesseområder som ligger bak

Vedlegg A – Intervjudata

lærebøkene.

Q9: Er det noe spesielt å si rundt læreplanen som brukes?

A9: Det var en stor omlegging da Kunnskapsløftet kom og gamle 2FY/3FY ble faset ut. Ingen store endringer etter det.

Q10: Må elevene gjennomføre lab hos dere?

A10: Det er ingen krav om godkjente lab-forsøk i læreplanen, men vi tilbyr et eget lab-kurs som en viktig forberedelse til eksamen. Vi anbefaler alle å ta dette kurset for å få trening med utstyret før eksamen. På muntlig eksamen blir alle testet i praktiske oppgaver.

Q11: Hvilket lab-utstyr bruker du i fysikkfaget?

A11: Vi bruker dataloggere fra Pasco. Ut over det har vi ikke noe spesielt fancy utstyr (ikke så mye brukt til demonstrasjoner i undervisning). Eksamen er på en halt time slik at utstyret må være enkelt og kjapt å bruke. Dvs enkle klosser, kraftmålere, ballsprett osv. Muntlig eksamen også innført i FY2 fra i år. Må derfor revurdere noen eksisterende forsøk i FY2 da de vil ta for lang tid å sette opp på eksamen. Eks beta-spektrometer og Plancks konstant som nok blir for avansert å bruke under eksamen.

Q12: Har du god erfaring med Pasco sine dataloggere?

A12: Ja, brukt i forskjellig omfang i FY1. Bruken må være veldig timet og tilrettelagt på forhånd. Tidsaspektet viktig. Elevene må være godt opplært på instrumentet på forhånd slik at apparatet ikke blir et hinder i forsøket. Når dette fungerer - dvs i gode forsøk – er loggerene veldig bra. Vi får mye større nøyaktighet i resultatene i forhold til enklere utstyr.

Q13: Hvilke sensorer brukes?

A13: Kraftmålere og ultralydbaserte bevegelsesensorer for å måle avstander, fart, posisjon osv. Gir ut kurver og grafer automatisk.

Q14: Kan den kobles til PC?

A14: Ja det kan gjøres i praksis men den er også laget for å kunne brukes frittstående noe vi gjør. Skjermen er grei og vi tar i tillegg ut enkle utskrifter.

Vi glemte forresten en viktig nettressurs. Skolen har et eget nettgymnas under utvikling med læremidler og læreverk for fjernstudenter. De fleste kjøper lærebok i tillegg. FY1 er utviklet og i drift. Helhetlig læreverk der forskjellen på bare å lese boken selv er at elevene får direkte kontakt med veileder for spørsmål og svar, læreren retter oppgaver, de får hurtig respons på kunnskap med typisk «multiple choice»-oppgaver osv. Det finnes også linker til nettressurser med animasjoner osv. Jobber med å få inn egne animasjoner fra en enkeltperson som skal utvikle skreddersydde applikasjoner til nettgymnaset.

Q15: Er nettgymnaset populært og ser du spesielle utfordring med dette i forbindelse med realfag?

A15: Ja det er populært og vokser stadig. Utfordringer med realfag er f.eks. å skrive inn formler og ligninger.

Q16: Hvordan evaluerer du den pedagogiske effekten med å bruke lab-verktøy i tillegg til undervisningen?

Vedlegg A – Intervjudata

A16: Ønsker i utgangspunktet mulighet til å demonstrere mere om hva som skjer, men tiden er kritisk slik at det blir mye konservativ undervisning. Vi bruker halv tid (12 uker) på pensum i forhold til offentlig skole. Med bedre tid kunne utstyr vært bruk slik at elevene kunne opplevd mer selv. Nå fortelles de at "slik er det". Kanskje det er mer tid og dermed mere bruk i offentlig skole.

Skolen skal gjerne besvare spørsmål eleven aldri har stilt. Hvis vi kunne fått elevene til å undres over ting først og så få svarene i etterkant om hvordan tingene henger sammen hadde vi kommet langt.

Q17: OK, så det å vekke nysgjerrigheten hos eleven er viktig?

A17: Ja, men da må man bruke mer tid for å vekke denne nysgjerrigheten. Helt klart mye pedagogisk effekt med demonstrasjoner ved bruk av utstyr som kunne vært utnyttet mere hvis man hadde mer tid.

Q18: Ser du noen muligheter for alternative verktøy - generelt og med bruk av smarttelefon.

A18: Ja, og visualisering er det først jeg tenker på. Man står på tavlen og tegner og uansett kvalitet på tegning blir den statisk. Jeg har sett en type smartboards der man f.eks. kan "skru på" tyngdekraften og da får visualisert hva som skjer for en bevegelse. Slike ting - kanskje i litt mindre format - er aktuelt. Man kunne visualisert f.eks. et kast ved å gi inn forskjellige parametre og så vist hva som skjer. Videre kunne parametrene justeres - vinkler, hastighet osv - og så sett hva som endrer seg.

Også på vektorfronten; jeg ser at vektorer ikke er det enkleste for elevene. Vektorregler, hvordan de fungerer fra abstrakt til konkret nivå. Elevene trenger mye trening for å ta dette. De fleste har hatt litt om vektorer - abstrakt - i matematikk. Å ta det ned på et konkret plan, med forskjellig type vektorer er vanskelig å skjønne for mange. En visualisering her hadde vært hjelpsomt. Elevene her kan også ha litt forskjell i mattebakgrunn og også forskjell i hva de har skjønnet av dette fra før.

Sensorer som finnes i iPhone for bevegelse er aktuelt - å kunne teste og se overføring fra bevegelse over til grafer. Dette dekkes greit i Pasco-loggerene. Hvordan ser en brå bevegelse ut og bevegelsesgrafer ut. Kan man få noe lignende på iPhone som er enda enklere i bruk og setter mindre krav til utstyr for å få ned på tid til opprigging, utstyrsbehov osv. hadde det vært stas.

Q19: Er det også aktuelt og interessant å fokusere på å se hvordan en bevegelse kan gjengis i en graf?

A19: Ja det er aktuelt da det krever en del forståelse for å skjønne hvordan f.eks. en veigraf går over til en fartsgraf. Hva betyr det når den skifter fortegn, retning osv. Krever en del forståelse og hvis man får det til demonstrerer det god forståelse. f.eks. gå seg en tur i klasserommet med telefonen og så se hvordan dette blir grafisk. Dette kan være hjelpsomt.

Q20: Er det generelt mer matte i fysikken nå enn før? F.eks. derivasjon.

A20: Ja etter kunnskapsløftet er derivasjon flyttet til 1.klasse i matte så nå brukes dette også mer aktiv i FY1.

Q21: Da kan jeg gå gjennom litt av de tingene jeg har sett på selv ved konkrete

Vedlegg A – Intervjudata

applikasjoner.

Første eksempel er vise en flyvinge på skjermen der vinkelen i forhold til fartsretning kan justeres ved å tilte på telefonen. Justere luftstrøm og krefter på animasjonen.

Videre har jeg sett på magnetfelt vha innebygd magnetisk kompass. Usikker på hvor nøyaktig kompasset er pga dårlig miljø med mye elektronikk men f.eks. tegne magnetfeltet der man oppholder seg.

A22: Det kan være spennende med magnetfelt. Går direkte på visualisering igjen som er viktig.

Q23: Tilsvarende visning av lysbryting med å variere lysets vinkel inn mot et objekt. Også mulig å se på refleksjon.

A23: Mye om lysbrytning er tatt ut av læreplanen. Nesten helt borte. Det som henger igjen er interferens som kanskje kan være aktuelt.

Q24: Hva med f.eks. linser, konkave - konvekse. Er dette også ute av pensum?

A24: Ja det meste av optikken er også tatt ut av pensum.

Q25: Da er neste forslag å se på pendel, der telefonen monteres som loddet i en pendel. Så registreres bevegelsen, krefter, snor-drag, sentrifugalkraft.

A25: Det kan være aktuelt. Jeg gjør pendelforsøk i dag. Hvis vi f.eks. kan bruke den i forsøket og så måle tid, krefter osv.

Q26: Jeg ser for meg at applikasjonen kanskje bør være tre-delt. Først vises bakgrunn/teori, så kommer selve forsøket og til slutt spørsmål/quiz. F.eks. referere Galileos pendelforsøk der han varierte tyngde på lodd, lengde på snor og vinkel på startpunkt.

Videre ser jeg for meg en del standard forsøk rundt hastighet, akselerasjon der f.eks. telefonen kan plasseres på en vogn i en bane. Også det forsøk vi pratet om tidligere med å se på kulebane er aktuelt. Da vil det være en utfordring med å unngå at telefonen skal ødelegges hvis den skal være «kulen»...

Siste forslag er noe ala det du nevnte med å ta med seg telefonen på en tur for å registrere hva som skjer. Jeg tenkte spesielt på et heisforsøk der man registrerer endring i krefter før start, under bevegelse og etterpå. Etterpå vises grafer for tid, hastighet, krefter osv.

A26: Ja det vil være et aktuelt forsøk som vil være enkelt å gjennomføre.

Q27: Problemet er kanskje å finne en høy nok bygning slik at heisen kommer over i en konstant hastighet mellom akselerasjon og oppbremsing.

Er bruk av verktøy og ønsker/muligheter til nyutvikling et tema som diskuteres blant fysikk-lærerne?

A27: Det er et lite miljø på skolen her og vi deltar ikke på slike seminarer, men det vil nok være et naturlig emne i slike sammenhenger.

Q28: OK. Da vil jeg først lage en transkripsjon av dette intervjuet som sendes til deg for kontroll og eventuelle korrigeringer. Jeg sender en epost for eventuelt å avtale tid for en demonstrasjon av applikasjonen når den er klar.

Vedlegg A – Intervjudata

A28: Spennende. Jeg kan også komme med tilføyelser hvis jeg kommer på noen gode ideer i ettertid.

Q29: Flott. Takk for bidraget så langt!

Vedlegg A.4 – Intervju #2

Q1: Takk for at du stiller opp til intervju. Har du noen spørsmål før vi starter opp?

A1: Nei jeg vet lite om hva dette handler om så jeg er klar for å svare på spørsmålene.

Q2: Flott. Kan du kort fortelle litt om din egen utdanning og erfaring fra skolen?

A2: Etter videregående skole begynte jeg på NTH med fysikk og matematikk. Deretter tok jeg ped.sem. Har jobbet som lærer siden da i videregående skole. Litt forskjellige stillinger rund omkring men etterhvert fast jobb i Trondheim.

Q3: Trives du godt i skolen?

A3: Ja. Jeg har nå de siste årene også hatt en deltidsstilling på skolelaboratoriet på NTNU.

Q4: Generelt i skolen - hva finnes av IKT-verktøy ut over Word, Excel, PowerPoint osv.?

A4: I fysikken er det dataloggingsutstyr som brukes, der Pasco er stor. Dette kom på 1990-tallet da alle skolene skulle ha dataloggere. En del skoler har dårlig utstyr fra det første som kom - CBL system tilpasset Texas kalkulatoren med dårlig brukergrensesnitt. Så har vi en del har første generasjons Pasco-logger så kalte svarte bokser som ikke har egen skjerm men er PC-basert. Den er helt grei men den neste blå versjonen er mye enklere. Slipper da å ha boksen i mellom. Multilog er en annen mulighet men nesten alle skolene bruker Pasco. Spark er de nyeste fra Pasco som jeg ikke har noen erfaring med. Den er vel enda enklere å bruke.

Q5: Kobles de forskjellige sensorer til på de eldste versjonene eller er de innebygd?

A5: Noen sensorer er innbygd med de fleste kobles til.

Q6: Hvilke sensorer brukes i Fysikk 1 og 2?

A6: Mye går på bevegelse, kraft, fart, akselerasjon, strekning osv. Kan også ha lys-sensor men sensorer for bevegelser er nok mest brukt.

Q7: Finnes det forsøk for gitter?

A7: Ja men dette forsøket fungerer så greit uten bruk av ekstra verktøy med å sende en laserstråle mot et gitter. Det er noe med å bruke dataloggingsverktøy der det er noen vits i å bruke det.

Q8: Så det er fokus på bevegelser og krefter?

A8: Ja det er det viktigste i Fysikk 1. Det kan kanskje være litt rundt dette med trykk men det er ikke så mye av det i læreplanen lenger.

Q9: Ble læreplanen mye endret i forbindelse med kunnskapsløftet?

A9: Ja den ble det så det er ikke så mye rundt lys lenger heller.

Q10: Hvilken lærebok bruker du?

A10: Skolen bruker «Rom, Stoff, Tid». Den er kjøpt inn for alle så da må den kjøres i minst 3 år. I fysikk finnes 2 læreverker som behandler ting veldig forskjellig. «Rom, Stoff, Tid» er tynn på enkelte områder så da må man nesten ta inn ekstra stoff. Spesielt gjelder dette relativitetsteorien og er kanskje mest merkbart i Fysikk 2.

Vedlegg A – Intervjudata

Q11: Er læreplanen så pass åpen eller er det mangler i læreverkene?

A11: Læreplanen er generell fordi den skal være kort. Den sier lite om hvor langt eller dypt man skal gå innen de forskjellige emnene. F.eks. innenfor emnet digital behandling av lyd blir det litt for upresist.

Q12: Er Ergo bedre eller har den svakheter på andre området?

A12: Ergo er litt svak på partikkelfysikk men det er visst tatt tak i ved at de har lagt ut en del ekstra materiale på sine nettsider.

Q13: Finnes det nettressurser tilknyttet læreverkene?

A13: Ja, Ergo har LOKUS som er et betalingsnettsted og som er veldig bra. Det er for både for lærere og elever slik at elevene må kjøpe seg tilgang.

Q14: Vil elevene betale for dette?

A14: Jeg har ikke erfaring med dette men elevene skal jo ikke betale noenting..

Q15: «Rom, Stoff, Tid» har også et nettsted?

A15: Ja men det er mer statisk med noen animasjoner, løsninger på utvalgte oppgaver og litt bakgrunnstoff. Det finnes likevel så mye på nettet så dette blir fort gammelt. Jeg brukte nettet mye i Fysikk 2 om f.eks. relativitetsteorien og da finner jeg mye animasjoner, filmer osv. på YouTube som kan brukes.

Q16: De forsøkene og demonstrasjonene som brukes - er de hentet fra arbeidsboken eller bruker du andre ting i tillegg?

A16: Prøver å plukke opp ting som man ser. Mye av det som står i arbeidsboken er bra. På konferanser blir det ofte vist artige forsøk og da plukker man med seg det. Det blir da gjerne mere korte demonstrasjoner.

Q17: Er læreboken lagt til rette for Pasco datalogger?

A17: Den er nok uavhengig av Pasco men refererer til bruk av sensor osv. i forsøkene uten at det presiseres hva slags sensor.

Q18: Pasco har vel også mange ferdige definerte forsøk?

A18: Ja det finnes mye info der.

Q19: Vil du si at Pasco er et godt verktøy?

A19: Ja, det er lett å ta i bruk. Men likevel er det en terskel for mange lærere. Vi ser lærere som kommer på kurs og som har utstyr liggende som ikke blir tatt i bruk.

Q20: Hva med elevene?

A20: De fleste elevene tar det greit men de må også ha opplæring. Men mange er flinke og setter seg inn i det. Datastudio som er PC-programmet som hører til dataloggerene er intuitivt og lett å bruke.

Q21: Hvor mange elever blir det for hver hver datalogger?

A21: Det varierer veldig fra skole til skole. Vi har kanskje 2-4 per klasse og 1 datamaskin på fysikkklubben. Så vi har ikke nok utstyr til at vi kan kjøre samme forsøk på en hel gruppe

Vedlegg A – Intervjudata

samtidig. Må lage et stasjonsopplegg. Også sensorene er kostbare med en pris på 3-4000 per stk.

Q22: Hva gjør Pasco populær og bra? Var de tidlig ute eller er det spesielle trekk med verktøyet?

A22: Jeg har bare brukt Multilog i tillegg og CBL-systemet. Begge er nok eldre ting - og er veldig tungvint å bruke; må hele tiden huske tastetrykkene - slik at disse blir utilgjengelig. CBL med kalkulator og liten skjerm fungerer dårlig. Grensesnittet og enkelheten i bruk er fordelen med Pasco. Og når en leverandør har "vunnet" man blir vant med denne og så sprer det seg fort. Selgeren i Norge er også veldig flink og hjelpsom.

Q23: Hvordan er den pedagogiske effekten av å bruk slike verktøy i læringen?

A23: Det som er viktig er at de brukes der du kan oppnå noe mer enn ved hjelp av enklere midler. Det er ikke noe vits i å bruke slike verktøy der du kan gjøre det på en enklere måte. Det er viktig. Skal du f.eks. måle temperaturen eller måle noe annet enkelt så gjør det enkelt. Mens f.eks. til induksjonsforsøket i Fysikk 2 er det nyttig; der man slipper gjennom en magnet som tar brøkdelen av et sekund hvor man får frem en graf som viser hva som skjer. Da er dataloggere helt strålende. Eller hvis man vil måle flere ting samtidig f.eks. pendelforsøk med krefter og hastigheter.

Q24: Jeg har skjønnt at Pasco er god på visualisering gjennom grafer. Er dette viktig?

A24: Ja helt klart. Og tilgang til å behandle grafene i etterkant med statistikk, regresjon.

Q25: Så dere bruker en del etterbehandling på PC?

A25: Ja mye gjøres på PC. Vi kan bruke skjermen slik at GLX blir som en selvstendig enhet hvis du f.eks. er ute i felten. Men hvis du ikke må gjøre det slik så er det mye enklere å bruke PC.

Q26: Er det en enkel tilkobling av loggeren mot PC?

A26: Ja med programmet installert er det veldig enkel.

Den kan også brukes til lydforsøk og er nok ganske enerådende der. Da må man sette høy samplingfrekvens for å kunne se selve lydsvingningene. Får frem Fourier-spekter og ser hvilke frekvenser som er med. Nå har jo lyd kommet inn som et mål i Fysikk 2 og det har nok ført til at en del har følt behovet for dette på GLX'en. Men lyd er ikke stort tema men det står i læreplanen.

Q27: Hvis det er mulig å skreddersy applikasjoner til en smarttelefon; ser du det som en mulighet?

A27: Ja det høres veldig interessant ut. Jeg går ut fra at det vil bli enklere. Hvis man har akselerometer f.eks. og kan ta med seg telefonen og hoppe ut av vinduet eller noe, så er det stilig hvis du kan få det frem som en graf på telefonen.

Q28: Det er en av de tingene jeg selv har tenkt på, f.eks. at telefonen kan tas med i en heis.

A28: Ja eller om man kan ta den med på Tusenfryd eller... ett eller annet. Kan kanskje kaste telefonen også.

Q29: Ja kulebaneforsøk er jo veldig aktuelt men telefonen må jo ikke ødelegges..

Vedlegg A – Intervjudata

A29: Jeg vet mange som har tatt med seg Pasco med sensor for 3D-akselerometer i bob-banen på Lillehammer, og det er jo interessant.

Q30: Jeg har også sett noen beskrive fysikkforsøk gjennomført på Tusenfryd?

A30: Ja det er noe som heter Tusenfryd-fysikk, men vet ikke om det er noe større men har sett det et sted.

Q31: Det var ihvertfall lagt opp pedagogisk.

A31: Ja Tusenfryd har tatt i mot lærere og elever og hatt opplegg med forsøk der. Det må være kjempeartig!

Q32: Men det blir kanskje litt dyrt for Trondheim-skolene.
Har du konkrete forslag til en applikasjon?

A32: Vet ikke helt mulighetene med telefonen. De sensorene du har er akselerometer, gyroskop og kompass?

Q33: Ja og nøyaktig tidsmåling. Det er også en bra skjerm i forhold til størrelsen.

A33: Hva med video? Kan du ta opp film, registrere en bevegelse og registrere tid samtidig slik at man kan se sammenheng mellom posisjon og tid. Det kan ofte være vanskelig.

Q34: Ja det kan man.

A34: Det kan jo være nyttig. Hvis man f.eks. tar bilder av en pendel som svinger.

Q35: Har tenkt på et pendelforsøk selv der telefonen er loddet i en pendel. Er det forresten inkludert noe historie og bakgrunn i lærebøkene? Jeg tenkte f.eks. på å gjenta forsøket til Galileo med å variere vekt, snorlengde og vinkel i en pendel.

A35: Det står nok ikke i boka men det er forsøk man gjerne gjør for å vise en vitenskapelig arbeidsmetode ved å isolere og variere parametrene.

Q36: Det tror jeg skal gå an å få til med det som er tilgjengelig i telefonen.

A36: Kan man ta inn data fra en Pasco-logger som registrere noen fysiske størrelser og kombinere det med en iPhone som registrere noen andre parametre?

Q37: Ja du kan bruke iPhone som en datalogger som lagrer til en fil som typisk kan hentes inn i Excel. Hvis du klarer å få synkronisert dataene er dette mulig.

A37: Ser for meg at det er flere ting man ønsker å måle enn det som ligger der.

Q38: Men hvis man likevel skal bruke Pasco blir det kanskje mer arbeid å bruke iPhone i tillegg?

A38: Ja det blir kanskje det.

Q39: Har sett på en enkel applikasjon men som kanskje ikke er relevant. Hvis man tegner snittet av en flyvinge, tegner kreftene og varierer fartsretning med å tilte på telefonen. Er det noe som kan være relevant i forhold til pensum?

A39: Nei det blir litt på siden i forhold til læreplanen. Oppdrift har det blitt veldig lite av og strømninger er ikke med i det hele tatt. Så det er veldig tynt der.

Q40: Så er det dette med å tegne magnetfelt.

Vedlegg A – Intervjudata

A40: Ja det ville vært kjempefint.

Q41: Jeg har ikke testet nøyaktighet til magneten. Det er mye elektronikk innebygd i samme kasse..

A41: Ja for magnetfelt har vi egentlig gjort litt dårlig ... det finnes til Pasco også men vi har ikke brukt det så mye.

Q42: Har også sett på lysbryting og refleksjon, men har skjønnt at dette er ute av pensum?

A42: Ja men bølger er fortsatt med og noe lys er fortsatt med. Husker ikke helt detaljene.

Q43: Men det er mer dette med gitter kanskje?

A43: Hva med å registrere spekter, er det en mulighet?

Q44: Ja jeg tenkte på å animere en lysstråle inn i en trekant der vinkelen justeres med å vri på apparatet, slik at man får demonstrert brytning. Men jeg har skjønnt at det ikke er så relevant lenger.

A44: Joda men om det er litt på siden av læreplanen så gjør ikke det noenting. Man må ikke bare holde seg akkurat innenfor hvis man kan vise forskjellige sider ved en sak beriker jo det bare faget.

Q45: Nei det er klart, og jeg skal jo heller ikke lage noe som skal selges til skolen, men heller lage noe som viser hva man kan gjøre – hvilke muligheter som finnes. Så det er jo riktig som du sier at det ikke trenger å være helt konkret rett inn i læreboken.

Så har vi det med pendel som nevnt med også dette med akselerasjon, krefter, legge telefonen på en vogn som går i en bane og registrere data.

A45: Ja og kanskje med støt?

Q46: Ja, tenker du da på kollisjon mellom 2 vogner?

A46: Ja - dette med bevegelsesmengde.

Q47: OK. Videre har vi dette med kulebane som nevnt, og også å slippe rett ned kontra på skrå, men også her kommer problemet med å ikke ødelegge telefonen. Og så dette vi snakket om med å ta med telefonen i heis for å vise bevegelser på grafer.

A47: I forhold til Fysikk 1 er astrofysikk noe vi ikke gjør den type forsøk med men som finnes applikasjoner som jeg har sett.

Q48: Ja det finnes applikasjoner som bruker både GPS og bevegelsesensorene for å tegne stjernekartet som et overlay på skjermen. Er astronomi inn i pensum nå?

A48: Ja astrofysikk er inne i Fysikk 1. Kjernefysikk er kanskje litt på siden..

Q49: Ja det må evt. bli en animasjon men det kan vel like greit gjøres på en PC?

A49: Ellers har vi dette med halvlederteknologi, men det blir også mer simuleringbasert.

Q50: Ja. Slike ting tror jeg kanskje er bedre å bruke PC til?

A50: Så det er vel bruk av sensorene som er aktuelt?

Q51: Ja det er det oppgaven går ut på.

A51: I Fysikk 1 er det først og fremst mekanikken - bevegelse, kraft, energi - litt om

Vedlegg A – Intervjudata

termofysikk men det er heller ikke så relevant.

Q52: Er fjær fortsatt med i pensum?

A52: Ja men da er du over i Fysikk 2. Der håndteres bevegelse i 2 dimensjoner, og dette med dekomponering kommer inn. Så har du fjær, sirkelbevegelse, sentripetalkraft osv. Kan du gjør noe med lyd, ta opp og se på lydsignalene?

Q53: Ja det er mulig å ta opp lyd og se på frekvens på en tone. Hva tenkte du å bruke det til?

A53: Til å se på digital behandling av lyd, fra analog til digital. Kunne sett på hvilke frekvenser som inngår og hvor raskt du må sample for å kunne gjengi signalet.

Q54: Ja samplingsrate er en typisk parameter som brukeren kan justeres i applikasjonen.

A54: Dette fungere veldig bra i Pasco. Ellers i Fysikk 2 har du alt som har med elektriske og magnetiske felt og induksjon. Men elektrisk f.eks. spenningsmåler har du vel ikke så det er magnetfelt i forhold til kompass som er aktuelt?

Q55: Ja.

A55: Hvis det hadde vært mulig å gjøre noe med det så hadde det vært interessant.

Q56: Er vertikalt magnetfelt nevnt i lærebøkene?

A56: Ja det står nevnt ja.

Q57: Jeg må evt. teste hvor god magnetene er i forhold til miljøet i telefonen.

Hva skal til for å gjøre en applikasjon god for at den skal være interessant og brukbar? Grensesnitt og tilgjengelighet på apparatet er jo åpenbare momenter - alle sammen har telefon nå. Men ut over dette?

A57: Må gjerne vise noe som vi ikke har fått til å vise ellers. Forbedre ting i forhold til hva vi gjør nå. Hvis noe skoler sitter med tre loggere hver og en sensor på hver logger så må de kjøre stasjonsundervisning og da vil det være et kjempefremskritt hvis 90% i klassen har en iPhone slik at de kan jobbe sammen f.eks. to og to. Det vil være et fremskritt selv om den gjør de samme tingene.

Q58: Jeg ser for meg at en applikasjon kan være tre-delt med teori eller historie først, deretter forsøket og til slutt spørsmål og svar?

A58: Da lager du på en måte et helt opplegg - og det kan du godt gjøre, men det er ikke nødvendig. Det blir litt forskjellig produkt du lager da.

Q59: OK så i undervisningen er det mest interessant med et enkelt forsøk?

A59: Det er ihvertfall det som er det viktigste, men det er jo veldig interessant å se litt rundt det. Det vil være veldig nyttig for læreren hvis det kan puttes på litt ekstra.

Q60: Det er også et moment jeg tenker på - det som er viktig er jo at læreren har veldig god kontroll på applikasjonen så det må lages et læreropplegg parallelt.

A60: Ja og det er gjerne læreren som ikke har denne typen telefon... men etterhvert sitter vel alle med en smarttelefon om ikke nødvendigvis iPhone.

Q61: På Pasco følger det sikkert med et eget opplegg for læreren per forsøk?

Vedlegg A – Intervjudata

A61: Ja du får masse info hvis du vil.

Q62: Når det gjelder verktøy og IKT-verktøy; er dette diskusjonstema i kollegiet, på konferanser osv?

A62: Ja - internt på skolen er det gjerne en frustrasjonssak på hvor dårlig det er. På konferanser viser firma det siste som har kommet og da er det veldig bra. Det finnes veldig mye tilgjengelig hvis man bare har en skole som prioritere å kjøpe inn. Så det er skoler som har veldig bra utstyr.

Q63: Da føler jeg vi har vært gjennom ganske mye. Har du noen spørsmål eller tillegg?

A63: Nei, jeg synes det er en besnærende tanke ihvertfall å bruke telefonen. Er det et håp om at det kommer flere sensorer etterhvert?

Q64: Apple er hemmelighetsfull så de sier ikke så mye om hva som kan komme fremover.

A64: Hva med HTC; det er vel en åpen løsning?

Q65: Ja det blir på andre siden av skalaen. Vet ikke om de kommer med gyroskop men det vil jeg tro - de kommer nok etter. Har søkt veldig mye etter applikasjoner og det er veldig få som bruker gyroskopet så det tar nok litt tid. En del Android-telefoner har bl.a. temperaturmåler men jeg kjenner ikke konkret til andre sensorer som kommer.

A65: Vi kommer nok aldri dit at man får det man ønsker seg. Litt smalt marked for å støtte spesielle sensorer. Det må vel være et kommersielt marked.

Q66: Ja det må nok det, selv om Apple prøver å bestemme markedet selv før det finnes. Men gyroskop er kanskje et eksempel på at det kommer ting som man ikke forventer. Kan det være interessant å få demonstrert en eksempelapplikasjon når den er ferdig, slik at du kan evaluere den - en eller annen gang i april eller mai.

A66: Ja selvfølgelig, det ville være kjempespennende. Dette virker jo kjempespennende.

Q67: Ja det er en artig oppgave

A67: Ja og konkret.

Q68: Takk for bidraget så langt så sender jeg kopi av en transkripsjon av intervjuet!

Vedlegg A.5 – Intervju #3

Q1: Tusen takk for at du stiller opp til intervju.

A1: Bare hyggelig!

Q2: Kan du kort fortelle om din bakgrunn med utdanning og erfaring fra skoleverket?

A2: Jeg har hovedfag matematikk fra 1980, fysikk grunnfag og senere informatikk grunnfag. Og ped.sem. i tillegg. Jeg underviser nå i matematikk og fysikk. Har jobbet i videregående skole siden 1982 - 25 år på 3 forskjellige skoler og 4 år her jeg er nå.

Q3: Trives du i skolen?

A3: Ja det gjør jeg forsåvidt. Har bestemt meg for å fortsette i skolen. Men jeg ville tilbake til vanlig lærergjerning etter å ha jobbet en del år som inspektør.

Q4: Generelt i skoleverket - hva finnes og hva brukes av IKT-verktøy?

A4: De vanlige office-programmene brukes selvfølgelig i forbindelse med presentasjoner, rapporter osv. Og vi bruker vel også litt regneark i forbindelse med forsøk. Når det gjelder grafverktøy ellers så bruker vi GeoGebra til å sette opp grafer. Det har nå også fått regresjon og nå kommer CAS på det så det blir nok mer og mer brukt.

Q5: Ja det er et utrolig bra program som jeg selv har brukt litt.

A5: Ja GeoGebra er helt fantastisk verktøy som er veldig fint å bruke.

Q6: Så det brukes også i fysikken?

A6: Ja jeg oppfordrer ihvertfall elevene til å bruke GeoGebra til å tegne grafer når de skal ha innleveringer elektronisk.

Q7: Bruker du andre ting ut over dette?

A7: Ja vi har dataloggingsutstyr og Datastudio som er PC-programmet.

Q8: Er det Pasco dere bruker og hvilken versjon?

A8: Ja det er Pasco. Vi har veldig gammelt dataloggingsutstyr - bokser som kobles til PC. Har også nyere Pasco GLX med skjerm men det er de gamle vi har sensorer til så det er disse vi bruker mest. Det fungerer egentlig greit nok.

Q9: Hva slags sensorer bruker dere?

A9: Jeg bruker kraftmålere og spenningsmålere. Mest det. Bruker litt lys-sensor og litt lyd.

Q10: Ja jeg har skjont at lyd har kommet inn som emne nå?

A10: Ja det har kommet inn som emne men bare litt overfladisk egentlig. Men vi bruker det ihvertfall til å vise hvordan bølgene ser ut.

Q11: Har du da et fullt classesett?

A11: Nei vi har 2 ordentlige stasjoner og i tillegg har vi bærebare som kan lånes fra Naturfag og forskningslære hvis det er nok følere. Dette er Pasco GLX med en kraftmåler så da får jeg til 3 stasjoner til dette. Gruppen er redusert fra 30 til 24 elever så det er fint

Vedlegg A – Intervjudata

med 8 per gruppe. Vi har fagdager med 4 timer så da lager jeg stasjoner der elevene sirkulerer.

Q12: Men da har du også de gode gamle forsøkene på stasjoner?

A12: Ja vi har det også.

Q13: Har dere andre verktøy?

A13: Ja i forbindelse med lyd har vi et gratis PC-program som heter noe med Audio der vi ser svingningene der man lager disse fenomenene. Det er sampling av lyd de skal kunne litt om så vi varierer samplingfrekvensen i forhold til frekvensen på tonen så da får du aliasing osv.

Q14: Så det går på analog til digital konvertering?

A14: Ja. Jeg har ikke undervist i det nye stoffet i andreklassen men der er det også litt om CRC-brikken i digitale kamera osv. Det blir litt mye fortelling av det da man ikke har så god forståelse for fysikken bak, så vi er ikke helt fornøyd med det.

Q15: Når du bruker PC har da elevene egne bærbare?

A15: Nei ikke til nå da elevene ikke har hatt det men vi har 12 PCer som elevene kan bruke på bakrommet som reserveres.

Q16: Vet du om det finnes andre tilsvarende verktøy som Pasco? De er vel dominerende i Norge.

A16: Jo det finnes nok men jeg har ikke prøvd det.

Q17: Deltar du på konferanser og fagseminar og kommer det leverandører for å demonstrere ting der?

A17: Jeg deltar en del på slike ting og det har vært en del om dette. Du har da KPT og Pasco og det er disse som er representert. KPT er den store utstyrsleverandøren generelt til naturfagene.

Q18: Hvilket læreverk bruker dere i fysikk?

A18: Vi bruker «Rom, Stoff, Tid».

Q19: Har det alltid vært slik?

A19: Ja og det er nok derfor det ble valgt. Vi ville heller hatt Ergo da jeg synes den er bedre både når det gjelder rekkefølgen og presentasjon av stoffet denne gangen.

Q20: Er det forskjellig fokus?

A20: Ja det er det. For forrige utgave synes jeg «Rom, Stoff, Tid» var best.

Q21: Hvilke nettressurser finnes for lærebøkene?

A21: Ergo har LOKUS-systemet der lærerne får dekt lisensen. For at elevene skal ha tilgang må vi kjøpe tilgang for dem og så mye trenger man ikke å bruke det. Det er fine animasjoner og andre ting på LOKUS. «Rom, Stoff, Tid» har gratis nettsted med en del linker til gratis animasjoner. Av og til bruker vi den og det er helt OK.

Q22: Finnes det demo eller forsøk på web som ikke står i arbeidsboken?

Vedlegg A – Intervjudata

A22: Ja det finnes utfyllende ting men også litt lærestoff og historiske artikler der. Og oppgaver og løsningsforslag.

Q23: Brukes RST-nett aktivt?

A23: Vet ikke hvor aktivt det brukes men jeg prøver alltid å henvise til det når jeg skal demonstrere ting for å oppfordre til bruk.

Q24: Det finnes jo veldig mange små animasjoner i YouTube osv. Blir dette brukt?

A24: Ja jeg bruker faktisk YouTube en del. Vi bruker kanskje litt for mye tid til å finne tak i stoffet fordi det er mye som er artig å se på når man først er der. Men jeg prøver å bruke dette spesielt i forbindelse med den moderne fysikken - kvanteteori og kvantefysikken. Da er det fint å ha noen filmer så man får litt bilder på det teoretiske stoffet. Vi kan jo ikke demonstrere så mye.

Q25: Finnes det noe større seriøst nettsted for fysikken eller må du plukke litt her og der?

A25: Ja jeg plukker litt her og der. Både LOKUS og RST-nett har jo en samling av linker videre så jeg går inn der først for å se hva de anbefaler.

Q26: Når du deltar på seminar og samlinger, er IKT-verktøy et emne?

A26: Ja det har det vært. Jeg har også vært på egne samlinger og kurs der dette tas opp med demonstrasjoner og forskjellige forsøk som man kan gjøre.

Q27: Så dette er ting kollegiet er opptatt av?

A27: Ja men det er nesten litt på vei ut nå - ihvertfall føler jeg at vi har det vi trenger. Det er egentlig fint som det er.

Q28: Og for de enklere tingene så er det de gode gamle forsøkene som gjennomføres?

A28: Ja det er slik. Hvis vi kan gjøre ting med f.eks. klosser så gjør vi det.

Q29: Det er ikke noe vits i å gjøre ting mer fancy?

A29: Nei det er ikke det. Men så kan man jo gjøre f.eks. flere undersøkelser for et ordentlig eksperiment der vi skal komme frem til et resultat - da vil vi gjerne måle litt skikkelig. Men for å illustrere fysikken og de fysiske prinsippene så er det like greit med forsøk der man forstår utstyret.

Q30: Hvordan håndtere elevene dataloggere og programmene?

A30: De fleste håndterer det greit. Jeg bruker svært liten tid på å forklare hvordan det fungerer.

Q31: Så det er enkelt og intuitivt å bruke?

A31: Ja men Datastudio er kanskje ikke så veldig enkelt men man vet hva man er på jakt etter så de finner ut av det.

Q32: Så dere bruker Pasco og overføre data til PC og etterbehandler det der?

A32: Ja det gjør jeg og det gjør nok de andre også. Har lite erfaring med GLX.

Q33: Hvordan føler du effekten er av å brukene disse verktøyene til demonstrasjoner og forsøk?

Vedlegg A – Intervjudata

A33: Demonstrasjoner og spesielt animasjoner hjelper meg veldig mye i å forklare fenomener så det synes jeg er bra. Vet nesten ikke hvordan jeg skulle klart meg uten nå.

Q34: Så du tenker at det er dette med visualisering som er viktig?

A34: Ja det er spesielt det. F.eks. dette med magnetfelt i en spole når man slipper en magnet gjennom en lang spole, tar ut data fra loggeren og henter frem kurvene; da viser du veldig godt hva som skjer.

Q35: Litt bedre enn bare en lampe som blinker kanskje?

A35: Ja helt klart, og du får ut nøyaktige kurver der du beregner arealene for å se hvordan fluxen forandrer seg og det blir jo helt likt så det er kjempefint.

Q36: Ja jeg har sett at derivasjon og areal er kommet mer inn i fysikkfaget?

A36: Ja det har kommet tilbake nå. Og da er jo disse verktøyene fine da vi har en del fysikkelever som ikke har matematikkfagene fullt ut. Og da har de ikke hatt integral.

Q37: Det høres ganske tungt ut?

A37: Ja det blir litt tungt men da er det fint med et dataprogram som beregner arealet så kan du bare si at integral er arealet og det kan du gjøre her.

Q38: Dette med å få ting f.eks. en bevegelse eller som du nevnte induksjon over på en graf; er dette noe elevene tar lett? Dette med å overføre ting til grafer?

A38: Det er jo veldig vanskelig. Bare å tegne vanlige og enkle grader med strekning, fart og akselerasjon. Og frem og tilbake med areal og derivasjon. Det synes de er vanskelig så det er veldig fint å ha en annen innfallsvinkel til det.

Q39: Så en del får bedre forståelse for det gjennom disse verktøyene?

A39: Ja jeg håper det.

Q40: Synes de det er artig og motiverende med litt andre type verktøy?

A40: Ja det tror jeg det er. Men samtidig så ser jeg at på fagdage så er det ofte at elevene vil sitte å regne heller enn å holde på med f.eks. animasjoner på PC. Men hvis jeg viser frem linkene på forhånd så blir de nok litt mer tent på det.

Q41: Du sa at du har det du trenger men hvis du kan se for deg en spesialsydd applikasjon til f.eks. en iPhone?

A41: Jeg har jo prøvd akselerasjonsmåleren i iPhone og det er jo litt artig å holde på med. Men jeg har ikke systematisert det slik at jeg har ikke brukt det til elevene.

Q42: Har du da funnet ting på App Store?

A42: Nja det var vel selgeren av Pasco som viste meg en del ting.

Q43: Har Pasco kommet på iPhone?

A43: Ja de har noen greier her der du får noe direkte inn her som kan brukes til bevegelsesensor. Bevegelsesensoren bruker vi forresten til Pasco der vi måler bare avstand og får ut avstand og akselerasjon ut fra det.

Q44: Har ikke funnet noen applikasjon på Appstore selv som kan gå rett inn i et forsøk..

Vedlegg A – Intervjudata

A44: Applikasjonen heter SPARKvue så der kan du sette opp eksperimenter. Og så kan vi da via bluetooth koble til en sensor på iPhone i tillegg.

Q45: OK, den må jeg sjekke ut litt nærmere.

A45: Jeg har ikke satt meg ordentlig inn i det men jeg synes det så veldig artig ut da han viste det til meg. Jeg tenkte at det der går det an å få gjort noe med. Det vi trenger er faktisk litt hjelp til å .. - hvis man må bruke veldig mye tid på å sette seg inn i ting så blir det i den daglige situasjonen på jobb for lite tid til å gjøre slikt.

Q46: Jeg har selv sett for meg en hel applikasjon, der man først kanskje har en historie og litt teori, og så kommer det et forsøk og til slutt noen spørsmål eller en quiz. Synes du det er dumt hvis det skal brukes i undervisningen? Da må det kanskje heller være enklere der man går rett på et konkret forsøk?

A46: Ja det må det være.

Q47: Jeg har kanskje tenkt litt for likt med en kommersiell applikasjon som skal brukes helt alene.. mens i undervisningen må det kanskje være rett på et eller annet forsøk?

A47: Ja det er sikkert, det må være helt enkelt.

Q48: Har du noen konkrete forslag til hva man kan lage som en demonstrasjons-applikasjon?

A48: Det er jo kamera innebygd, hadde det gått an å lage en bevegelsesensor, slik at man bare lar den stå og at man måler avstand? Eller en avstandsmåler rett og slett? Men det blir kanskje vanskelig..

Q49: Hm... det er jeg litt usikker på. Da må du ha en slags refleksjon for å måle avstand. Det er jo innebygd IR på den men det kan vel bli litt vanskelig å få til.. Jeg har aldri sett det men det er jo noe som kan undersøkes.

A49: Ja. Ellers så har du jo GPS slik at den kan brukes til noe.

Q50: Har sett applikasjoner rettet mot astronomi der GPS registrerer posisjon mens akselerometer registrerer hvor telefonen peker og så blir stjernehimmelen animert som et overlay.

A50: Ja den applikasjonen har jeg og den er helt super - StarWalk heter den. Kan zoome inn og ut. Helt utrolig! Astronomi er med i andreklassen. Det er ikke så mye om stjernebilder og slike ting men likevel er det en fin ting når man holder på med det stoffet.

Q51: Den applikasjonen er vel litt mer artig å holde på med på kveldstid?

A51: Ja det er den men samtidig så lærer man jo litt av det, men akkurat hvor mye det kan brukes i undervisningen her... det passer kanskje bedre inn i naturfag på ungdomsskolen, for der lærer man jo om planetene.

Q52: Ja nettopp. Og dessuten så finnes jo den applikasjonen allerede så den er ikke aktuell i mitt prosjekt.

A52: Nei det er jo sant. Så har du Wolfram Alfa. Det er et suverent program som dekker mange funksjoner, f.eks. integralregning og derivasjon fra matematikken der de enkelte stegene vises. Det å gi et hjemmearbeide nå er helt meningsløst hvis man skal evaluere.

Vedlegg A – Intervjudata

Alle løsninger kommer opp her. Og så kan man skrive f.eks. Plancks konstant så kommer det mye info om det inkludert litt historie. Så alle naturfagene fysikk, kjemi osv. er inkludert. Du bare skriver inn et søkeord så kommer det ut info.

Q53: Ja det var imponerende. Har sett lignende på PC.

A53: Ja den er flott! Og så er den gratis.

Q54: Jeg har også sett mye formelsamlinger og avanserte kalkulatorer på Appstore men denne må jeg laste ned og prøve ut.

A54: Jeg har også fortalt elevene om denne slik at de kanskje holder på litt på kveldstid...

Q55: Ja da vekker man kanskje interessen litt for realfag?

A55: Ja og så må du jo fortsatt tenke selv.. Alt som er interessant om en funksjon kommer automatisk ut her.

Q56: Den var artig! Jeg har tenkt på noen ideer selv men jeg har skjønnet at pensum er endret slik at noen av de tingene ikke er like aktuelt lenger. Dette med å vise krefter ved å animere en flyvinge og justere fartsretning og kreftene med å tilte på telefonen. Det er kanskje ikke så relevant til emner i fysikken?

A56: Nei vi jobber ikke med den type fysikk men det hørtet jo veldig fint ut.

Q57: Da kan man jo regulere andre parametre som f.eks. hastighet. En annen ting jeg har tenkt på men som er avhengig av hvor god magneten inne i telefonen er... den er jo omsluttet av mye elektronikk.

A57: Ja den er nok ikke så nøyaktig.

Q58: Men hvis den hadde vært nøyaktig så har du kunnet vist magnetfeltet på skjermen og f.eks. vist horisontale og vertikale magnetfeltet. Men det krever jo at magneten er nøyaktig.

A58: Ja det hadde vært noe! Hvis du klarer å få et magnetfeltmåleverktøy på telefonen hadde det vært kjempefint.

Q59: Da har du kunne brukt kamera og beveget deg rundt med magnetfeltet som et overlay. Men jeg vil anta at magneten ikke er god nok.

A59: Ja det hadde vært veldig fint. For vi holder jo på med kompass og jobber med horisontale og vertikale komponenter på magnetfeltet rundt jorda.

Q60: OK så det er en del av pensum?

A60: Ja vi starter med det når vi starter med magnetfelt for de skal jo kunne tegne feltet rundt magneter osv.

Q61: Hvis det skal være aktuelt må jeg teste ut magneten.

A61: Noe rundt magnetfelt er bra for det er litt vanskelig å illustrere magnetfeltlinjene.

Q62: Ellers har jeg tenkt på noe rundt lysbryting men jeg har skjønnet at det slik at mye av det rundt lys og optikk er ute av pensum?

A62: Ja det er det.

Vedlegg A – Intervjudata

Q63: Det er som igjen er vel gitter og interferens men det er vel enkelt å vise på en mye enklere måte enn med en slik applikasjon?

A63: Ja det er det. I tillegg så har vi også animasjoner som viser det ganske fint.

Q64: Likedan optikk og linser med bryting osv., det er vel også ute av pensum for en stor del?

A64: Ja det er nok det.

Q65: Ellers så tenkte jeg på det kjente pendelforsøket til Galileo; det var da jeg kom på dette med å bygge opp en stor applikasjon med flere deler. Dra opp historien om svingningene i lyskronene inne i kirken og så ta et forsøk der telefonen er loddet i en pendel der du kan variere snorlengde, vinkel og vekt. Men forsøket alene er kanskje likevel aktuelt å gjøre?

A65: Ja det tenkte jeg faktisk på selv; at jeg kan henge opp mobilen og så registrert bevegelsene..

Q66: Dere gjør pendelforsøk i klassen?

A66: Ja det brukes både i andre og tredje klasse der vi ser på litt forskjellige aspekter rundt det.

Q67: Men da er det ala det jeg nevnte der dere varierer disse parametrene?

A67: Ja det kan man gjøre. For eksempel lengden på snora.

Q68: Regner dere på snordrag og krefter da?

A68: Ja. Og så har vi også den kjeglependelen, da får du dette med sirkelbevegelse osv.

Q69: Så dette er forsøk dere gjør i dag med kraftmålere?

A69: Ja med kraftmåler og da bruker jeg Scientific sitt utstyr der pendelen henger i en kraftmåler og så har vi fotoceller i bunnen slik at vi registrerer farten i bunnen samtidig som vi registrerer kraften i bunnen. Så kan vi regne ut og sammenligne og se på snordrag for eksempel.

Q70: OK så pendelen kan være en aktuell applikasjon. Så tenkte jeg på mer standard ting rundt akselerasjon og fart med å legge telefonen på en vogn som slippes ned en bane.

A70: Ja det hadde vært veldig fint.

Q71: Det vil tro er ganske relevant?

A71: Ja absolutt, så det ville vært veldig kjekt. Nå er vi avhengig av utstyret med bane, fotoceller osv. så det blir en del fikling med å få det til. Og så blir det bare en stasjon, så hvis de kunne ha brukt iPhonene sine til det så hadde det virkelig vært fint. Da hadde de jo kunne trillet på sykkel og vi hadde fått kommet oss litt rundt.

Q72: Jeg har også tenkt litt på dette med uavhengighetsprinsippet der du først kaster telefonen bortover og så slipper den fra samme høyde, men den koster jo tross alt noen tusen den telefonen så det er litt problematisk.

A72: Ja jeg satt akkurat å tenkte på en vannrakett som vi pleier å gjøre der vi pumper luft i en flaske med vann og når trykket er høyt nok så fyker den til værs. Kanskje 40-50

Vedlegg A – Intervjudata

meter. Når vi skal prøve å beregne dette så vet vi ikke akselerasjonen men vi kan nesten ikke sette en iPhone inn i dette forsøket.. det blir ikke bra.

Q73: Nei man må passe på så den ikke blir ødelagt, hvis ikke kan det bli dyrt. Ellers så tenkte jeg på dette med å måle litt på gravitasjon; f.eks. å ta med telefonen i en heis. Sette på måling og så måle akselerasjon, konstant fart og oppbremsing. Og få resultatet ut som en graf.

A73: Ja kjempefint.

Q74: Problemet er kanskje å finne høye nok bygninger for man må jo ha en heis som kommer opp i konstant fart underveis? Det er ihvertfall det beste?

A74: Ja det er det beste - ihvertfall en viss periode. Vi pleier å gjøre det forsøket der vi sender dem rundt med badevekt.

Q75: Så da leser en av vekten og en står på vekten?

A75: Ja så da farter de rundt i byen med badevekt og kjører heis. Det bruker vi å gjøre i andreklassen.

Q76: Da måler dere bare min og max vekt?

A76: Ja og det blir jo ikke så veldig nøyaktig.

Q77: Og etterpå må de forklare hva som skjer?

A77: Ja så må de forklare kreftene og hvorfor og hvordan vi kan bruke en badevekt som akselerasjonsmåler og litt sånt.

Q78: Akkurat.

A78: Men det hadde vært veldig lett vint med en ferdig applikasjon som hadde gjort de tingene der.

Q79: Ja spesielt med gyroskop er det jo veldig greit å registrere G og isolere ut andre krefter som virker på telefonen. Eller så tenkte jeg på en prosjektilbane - ballkast - men da har du også problemet med å kaste telefonen.

A79: Vi har ganske fint utstyr koblet til Datastudio med kanon som skyter ut kula, så har vi en plate på gulvet, en eller to fotocelle som registrere når kula starter og registrere tiden når den lander på platen. Så kan vi måle startfart og nøyaktig tid og kan måle det vi vil rundt dette.

Q80: Akkurat. Så det var de tingene jeg har drodlet litt over selv. Det skal jo ikke nødvendigvis være så veldig fancy men målet er å lage noe som kan brukes rett inn i fysikkfaget.

A80: Det med et litt mer systematisert opplegg for akselerasjon hadde vært bra for å få ut data på en fornuftig måte slik at man kan bruke det til noe fornuftig etterpå. F.eks. å lage en graf som kan sendes på epost til seg selv.

Q81: Du kan også hente ut filer til PC f.eks. til regneark.

Hva er viktig for at en applikasjon skal være brukbar og ha en pedagogisk effekt?

A81: Det må ihvertfall ikke være for mye fikling for å få det igang. Og så må data etterpå

Vedlegg A – Intervjudata

være lett tilgjengelig og helst i elektronisk form. Slik at man ikke behøver å skrive av og taste inn for å kunne bruke det.

Q82: Så du ser for deg at PC skal brukes i etterbehandlingen?

A82: Ja jeg ser for meg det - ihvertfall hvis man skal skrive en rapport på det. Men ellers - for bare å ha en vurdering av resultatet og diskutere det så er ikke det så farlig da. Men hvis man skal skrive rapport så må man ha det.

Q83: Så hvis det skal være et forsøk så må du har ut datafiler mens til en demonstrasjon så er output til skjermen tilstrekkelig?

A83: Ja da er skjermen nok. Absolutt. Og det er også nok å ha en fil som kan tas inn.

Q84: Brukes Microsoft eller OpenOffice?

A84: Vi bruker Microsoft. Og elevene er veldig flinke med å fikse ting med nettet, bluetooth osv. Mange har det ganske klart men det er ikke alle - noen kan ingenting og får ikke til noenting.

Q85: Så de har ikke interessen?

A85: Nei tydeligvis ikke. Så man må passe på at det er såpass enkelt at det er greit for dem å bruke det.

Q86: Har elevene iPhone?

A86: Ja jeg ser mange iPhoner? Jeg har sikkert 10 stk i klassen som har det så hvis man har hatt en applikasjon hadde det vært greit å sette opp grupper til det.

Q87: Jeg så forresten at iPad2 ble lansert i går og den har også gyroskopet innebygd så da er det nok kommet for å bli.

A87: Jeg så også at de har noe forsøk med iPad på en skole nå? Det er vel omtrent samme institutt som du jobber under som har med IKT i skolen?

Q88: Ja det er det nok, men ettersom jeg har skjønt går det forsøket ut på at de får pensum tilgjengelig slik at alle ressursene til et fag tilgjengelig på iPaden.

A88: Ja det er nok det. Det er nok litt rundt det de tenker rundt databasen for lærebøker - at man skal kunne bruke bare den.

Q89: Det jobbes også med noe tilsvarende ved Universitetet i Oslo så det er nok på vei inn.

A89: Så da vil det jo være aktuelt å bruke en slik applikasjon på en iPad også da med gyroskopet innebygd. Da vil det jo være veldig aktuelt om noen år.

Q90: Det jeg ikke vet er om konkurrerende systemer vil inkludere gyroskop i sine apparater etterhvert, for det vil vel kanskje jevne seg litt ut i konkurransen med Apple. Men det får bli utfordringer til senere studenter. Har du kommet på noe mer underveis?

A90: Nei.

Q91: Bruker du studieboken til «Rom, Stoff, Tid» til alle forsøk?

A91: Ja jeg bruker litt derfra eller så bruker jeg egne forsøk som er modifisert litt?

Vedlegg A – Intervjudata

Q92: Nevner den noenting om dataloggere?

A92: Ja-ja, det er lagt opp til å bruke det.

Q93: Hvis du ikke kommer på noe mer nå så har jeg fått mange fine innspill!

A93: Bra.

Q94: Når jeg får laget en applikasjon kan jeg komme tilbake og demonstrere den for deg? Så kan du fortelle hva du synes.

A94: Ja absolutt.

Q95: Det blir vel i april mai men jeg tar nærmere kontakt. Eller så skriver jeg ned det vi har snakket om og sender deg på epost. Hvis du eventuelt skal komme på noe så er det bare å ta kontakt.

A95: Akkurat.

Q96: Da sier jeg igjen tusen takk for hjelpen så langt!

A96: Bare hyggelig.

Vedlegg A.6 – Intervju #4

Q1: Takk for at du stiller opp. Det var kjempefint! Kan du først si litt om deg selv og bakgrunn med utdanning og erfaring fra skoleverket?

A1: Jeg har hovedfag i teoretisk kjernefysikk og har jobbet i skolen i 35 år til sommeren, ett år i ungdomsskole og resten i videregående. Har undervist veldig mye i fysikk da jeg i mange av disse årene har jeg hatt all fysikken på de skolene hvor jeg har jobbet. Underviser også i matematikk og har tidligere undervist i det gamle informatikkfaget. 19 år på en videregående skole og på dagens skole siden 1999.

Q2: 35 år i skolen - da har du veldig bra erfaring og det er jo veldig bra for meg. Trives du godt som lærer?

A2: Ja jeg har gjort det.

Q3: Generelt i skolen når det gjelder IKT-verktøy; hva er det som finnes og brukes?

A3: Fra i år får alle førsteklasingene egen PC fra fylket som skal følge dem gjennom hele videregående slik at fra neste år vil FYS1 ha PC og året deretter FYS2 osv.

Q4: Har elevene da alle officeprogrammer som Word, Excel og Powerpoint?

A4: Ja det har de, men jeg har stort sett bare andre- og tredjeklassen. Jeg har bare en førsteklasse fra yrkesfag matematikk så jeg kjenner ikke så godt til det ennå.

Q5: Vet du om de har noe mer en standard officeprogrammer på PC'ene?

A5: Ja i matematikken så gjennomgår vi og viser frem GeoGebra men det er ikke noe krav om at de må bruke det. Men det er en fordel i en god del oppgaver. Men i og med at de ikke har hatt egne PC'er er det nok begrenset hvor mye de bruker det men det vil nok bli annerledes allerede neste år. Så finnes det i yrkesfag-matematikk en del ferdige modeller for annuitetslån, budsjett og regnskap - helt enkelt - som de skal ha kjennskap til og kunne finne på nettet.

Q6: Har skolen også en elevportal med adgang til fag-sider, meldinger osv f.eks. Itslearning?

A6: Ja vi har et tilsvarende opplegg som Itslearning.

Q7: Så der kan lærerne legge ut beskjeder, motta innleveringer osv?

A7: Ja et er likt Itslearning.

Q8: Det må være en liten revolusjon at alle elevene får egen PC med helt likt oppsett?

A8: Ja det blir nok det.

Q9: I fysikkfaget - hva bruker du der av verktøy til demonstrasjoner og forsøk?

A9: Der det finnes praktisk utstyr så bruker jeg det men det er ikke alt det går an å gjøre eksperimenter med så der viser jeg en del med PC. Ting som vi ikke får til å gjøre i laben.

Q10: Er det noe du finner tak i selv eller har du en portal med link til ressurser?

A10: Det læreverket vi bruker har sider der de har henvisninger til slike demonstrasjoner.

Vedlegg A – Intervjudata

Q11: Er det da Youtube og lignende videoer?

A11: Ja det kan det være men det ligger også mye stoff på andre sider som universiteter og rundt omkring som viser eksperimenter og animasjoner av forskjellige typer.

Q12: Hvilken lærebok bruker dere?

A12: Vi bruker "Rom Stoff Tid".

Q13: Har skolen alltid hatt den?

A13: Nei vi hadde Ergo en periode også, men begge disse læreverkene er gode.

Q14: Jeg har skjønnt at det er litt forskjellig fokus på enkelte ting i læreverkene?

A14: Ja det er det, så når jeg bruker det ene læreverket så henter jeg litt stoff fra det andre på enkelte områder og motsatt.

Q15: Ergo har vel en betalingsløsning på nettsidene sine mens RST-nett er gratis. Bruker elevene RST-nett?

A15: Ja jeg bruker å henvise til det men det er vanskelig å vite hvor aktive de er.

Q16: Til forsøk bruker du sikkert de gode gamle verktøyene som f.eks. klosser og fjærer, men har du noen andre verktøy der?

A16: Ja, jeg vet ikke hva du tenker på men vi har jo rimelig bra med utstyr synes jeg.

Q17: Har du f.eks. noe dataloggerverktøy el.l?

A17: Vi har et sett men det er så gammelt at det har vi bruker lite. Jeg har brukt det litt til induksjon med å slippe en magnet gjennom en spole. Men med så gammelt utstyr er det lett for at det blir mer fokus på å få utstyret til å fungere enn fysikken så..

Q18: Er det Pasco-varianten?

A18: Nei det er en enhet som er koblet mot en Casio-kalkulator.

Q19: Så det var av de første dataloggerene som kom?

A19: Ja, og i de siste årene har jeg ikke brukt det.

Q20: Akkurat - hvis det er tungt å få satt opp verktøyene så forsvinner kanskje fokuset litt?

A20: Ja det er klart at hvis det blir fokus på å få det til å fungere i stedet for fokus på resultatet.

Q21: Har du noe kjennskap til Pasco-systemet?

A21: Ja jeg har sett det. Jeg har vært på en del landskonferanser i fysikk og der er det alltid læremiddelfirma som vil vise frem fancy utstyr.

Q22: Ja de er vel ganske ivrige på å selge. Så du bruker det som har vært på markedet en stund i forsøkene?

A22: Ja vi har jo slikt som luftputebane, bølgetank og en del slike ting.

Q23: Bruker du da PC med regneark eller annet for å etterbehandle data til grafer?

Vedlegg A – Intervjudata

A23: Nei det gjør vi ikke.

Q24: Jeg har sett litt i bøkene og sett at integral med areal under grafer har blitt mer aktuelt i fysikkfaget nå?

A24: Ja de skal kunne å integrere for å finne potensiell energi i et tyngdefelt f.eks. i siste året, det er et læreplanmål.

Q25: Ellers så ser jeg at en del ting er tatt ut av pensum?

A25: Ja det er stadig endringer, for hver reform så forsvinner noe ut og andre ting kommer inn. F.eks. har halvlederteknologi kommet inn igjen nå og i FYS2 har det kommet inn medisinsk utstyr med CT- og PET-scanning osv. Samling av lyd også tatt inn men da helt elementært.

Q26: Ja det hørte jeg. Gjør du noen forsøk i den forbindelse?

A26: Nei der viser jeg bare på PC med en del dataprogram der man kan se litt på det. Men det blir mer begrenset når jeg bare viser det. Ser for meg at det blir bedre når alle får PC og kan gjøre litt mer aktivt rundt det.

Q27: OK så du kjenner til dette med dataloggere f.eks. Pasco men du har ikke brukt det. Ut over slike verktøy vet du om det finnes andre verktøy spesifikt for demonstrasjoner og forsøk i fysikk som du ikke bruker?

A27: Nei ikke som jeg kommer på.

Q28: Når det gjelder de verktøyene som du bruker; hva vil du si er den pedagogiske effekten ved å bruke dem?

A28: Jeg tror at det man gjør husker man bedre enn det man leser. F.eks. i dag målte vi strøm og spenning og når de må koble selv og se virkelig hvordan det fungerer så blir det noe annet enn når de leser at Amperemeteret skal seriekobles osv.

Q29: Ja det høres logisk ut. Du nevnte at man kan finne ting på nett for å vise ting som ikke kan demonstreres?

A29: Ja f.eks. både i astrofysikk og kjernefysikk.

Q30: Ja det blir nok vanskelig med reelle forsøk der. Dette med å overføre fenomener som f.eks. hastighet og akselerasjon til grafer med integrasjon osv; er dette koblinger elevene tar greit?

A30: Ja det tror jeg de fleste håndterer, ihvertfall så enkle grafer, fordi det er så overførbart til matematikken. De aller fleste som har fysikk har også den vanskeligste matematikken. De må ikke det - det finnes de som tar samfunnsfagmatematikken også.

Q31: Det må være ganske tøft å kombinere?

A31: Ja det er ikke like gunstig.

Q32: For de har vel litt om dette også i matematikk med å dekomponere krefter gjennom vektorregning?

A32: Ja for vektorer er det en kjempefordel å ha full fordypning i fysikk og matematikk, de får glede av det i begge fagene. I matematikken er det faktisk et eget læremål med fart,

Vedlegg A – Intervjudata

akselerasjon og derivasjon.

Q33: Javel så det er tatt inn litt fysikk der også, så fagene er litt smeltet sammen?

A33: Ja det er det. Nå er dette med i begge fagene så de som tar begge har en fordel.

Q34: Så dette med å lære ved å gjøre ting er en fordel med å bruke verktøyene. Bruker du også fjær og fjærkonstant?

A34: Ja det ligger fortsatt inne i FYS2.

Q35: Bruker du da kraftmålere og i så fall hvilken type?

A35: Det er noen gamle fjærer der man kan lese av kraften så de er ganske unøyaktig. Der skal de også kunne å integrere for å finne arbeid, potensiell energi osv. Helt elementært.

Q36: Gjør du også pendelforsøk med de fjærmålerene?

A36: Vi måler svingetiden for pendel og ser på fjærkonstanten i den sammenhengen.

Q37: Og sentrepetalkraft?

A37: Det er sentralt i FYS2 men vi gjør ingen forsøk der vi måler kreftene. Har bare teorien og dekomponering av kreftene.

Q38: Du nevnte luftputebanen. Har du utstyr som måler hastigheter og tar tiden?

A38: Ja vi har fotoceller som er koblet mot en teller som kan måle flere tider samtidig, så vi kan bruke den til å måle hastighet og tid på flere steder, med tider mellom.

Q39: Har du også støtforsøk som gjøres der?

A39: Ja det har vi.

Q40: Hvem er leverandøren på dette utstyret?

A40: Det er KPT som leverer dette. Dette er utstyr som har vært der i mange år.

Q41: Riktig. Ligger det noen føring i læreplan eller læreboken om å bruke spesielle verktøy?

A41: Læreplanen skal være generell og dette med en åpen læreplan og sentralgitt eksamen er et problem. Da blir det fort eksamen som definerer målet etterhvert.

Q42: Det er kanskje grunnen til at det kan være en del forskjeller på læreverkene?

A42: Ja.

Q43: Når du gjør forsøk henter du disse fra studiebooken til "Rom Stoff Tid" eller har du også andre kilder?

A43: Vi bruker studiebooken mye. Når vi gjør forsøk er det som oftest derfra men det hender også at jeg henter noe fra Ergo.

Q44: Ligger det noen henvisning til bruk av verktøy og utstyr i disse forsøkene?

A44: Det er spesifisert en utstyrsliste til alle forsøkene, så vi har ikke utstyr til å gjøre alle forsøk som står der.

Vedlegg A – Intervjudata

Q45: Så da må du improvisere litt?

A45: Ja og det står jo mange forsøk i boken og vi kan ikke gjøre alle sammen, så vi gjør et utvalg.

Q46: Er det krav om å gjøre noen forsøk på en muntlig-eksamen?

A46: Ja de må ha en viss kompetanse på det men man rekker aldri å gjøre et helt forsøk på en muntlig-eksamen. Det kan være forskjell på hvor stor vekt det blir lagt på det.

Q47: Så da er fokus at de skal vise at de klarer å gjennomføre og skjønner forsøkene?

A47: Ja, det kan være at de bare forklarer og prater om det, mens andre ganger må de vise noe. Det er meningen at de skal vise at de er i stand til å gjøre noe praktisk.

Q48: Hva synes elevene om å drive med forsøk?

A48: Jeg tror de fleste liker det.

Q49: Det gir vel faget litt ekstra ja, naturlig nok. Men du føler at dere har bra med utstyr så du får gjort de forsøkene som er viktige?

A49: Ja vi har ihvertfall så mye at vi får dekt opp læreplanmålene.

Q50: Når det gjelder å lage noe helt skreddersydd til f.eks. et konkret forsøk i FYS1 eller FYS2 ved hjelp av en smarttelefon med bl.a. Bevegelsesensorer; Tror du det kan være aktuelt og har du noen konkrete forslag?

A50: Nei jeg har egentlig ikke det. Jeg føler jeg kjenner for lite til det og vet ikke hva den er i stand til å få gjort.

Q51: Jeg har sett på noen eksempler og forslag selv.

A51: Ja hvis jeg får se det så kanskje jeg kan assosiere det med andre ting. Da er det letter for meg å se for meg noe.

Q52: Den ene er veldig enkelt der du tegner snittet av en flyvinge som beveger seg på skjermen, der man viser krefter med oppdrift og viser hvordan dette endrer seg når man vrir på telefonen og dermed flyvingen. Men dette blir kanskje litt på siden av pensum?

A52: Ja, det dekkes ikke direkte men det har jo med krefter å gjøre da..

Q53: Men dette med oppdrift og luftstrømmer er ikke med?

A53: Nei det stemmer.

Q54: Ellers så har jeg sett for meg å modellere et prisme med lys inn som endrer brytning ettersom man dreier på telefonen og dermed prismet. Men dette med lysbryting og refleksjon er vel også ute av pensum?

A54: Ja, og vi har jo laser som er veldig fin til å vise Snell's brytningslov som var inne tidligere. Jeg bruker det forsøket nå også for de skal lære litt om vitenskapelig arbeidsmetode, hypotesetesting osv. Da kan de lage seg en hypotese på sammenhengen når du variere innfallsvinkelen og ser på brytningsvinkelen. Så i den sammenhengen bruker jeg det for når du bruker laser så er det et veldig enkelt forsøk der du får gode resultatet.

Q55: Akkurat, så du kan trekke det inn litt der ja?

Vedlegg A – Intervjudata

A55: Ja i FYS1 skal de kunne den hypotetiske deduktive metode så vi kan bruke det litt i den sammenhengen.

Q56: Og eller så brukes vel laseren til forsøkene med interferens og gitter?

A56: Ja det gjør den.

Q57: Eller så er det innebygd et kompass i telefonen, den har både GPS og et magnetisk kompass. Da så jeg for meg at hvis magneten er nøyaktig nok hadde det gått an å tegne magnetfelt. Slik at man bruker kamerafunksjonen og viser magnetfeltet som et overlay i bildet når man beveger seg rundt med telefonen.

A57: Slik at hvis man har en spole så kan man flytte telefonen rundt og se feltet?

Q58: Ja det var tanken at hvis man da flytter rundt så ser man at det ikke er rette streker lenger i feltet.

A58: OK det kunne vært noe jeg synes kunne vært brukbart for vi har noen små magneter vi plasserer rundt med det fungerer ikke særlig bra. De peker i alle retninger etterhvert...

Q59: Bruker dere også den varianten med metall-spon som fordeler seg rundt en magnet?

A59: Ja - da ser vi feltlinjene men vi ønsker jo også å se på retningen av magnetfeltet.

Q60: Har dere også noe om horisontal og vertikal dekomponering av magnetfeltet.

A60: Ja forsåvidt men ikke så mye.

Q61: OK men dette med magnetfelt hadde vært en fin mulighet men jeg må eventuelt først teste hvor nøyaktig magneten er. Den bør vel være mer nøyaktig enn et gammeldags orienteringskompass?

A62: Ja og jeg tenker også på hvor følsom den er for svake felt da vi ikke lager så voldsomt sterke magnetfelt.

Q63: Eller så har jeg tenkt på dette med pendel, da vi har innebygde sensorer så får vi ut retning på G og brukerkrefter, nøyaktig tid osv. Jeg tenkte litt på historien om da Galileo satt i kirken og så på lyskronene da han kom på pendelforsøket med å variere vinkel, snorlengde og tyngde på loddet. Det kunne vært gjort noe der med telefonen som loddet i en pendel.

A63: Javel. Hva får du frem da?

Q64: Du får f.eks. frem hastigheten, isolert ut retningen på G osv.

A64: Får du også snordraget samtidig? For det som de skal kunne regne ut i FYS2 er snordraget i bunnen av pendelen, men ikke med vinkel. Men det hadde vært veldig interessant om de kan se snordraget i forhold til G for det er mange som tror det er likt selv om den er i fart.

Q65: Et eller annet rundt pendel der man kan variere parametrene.

A65: Ellers så bruker jeg forsøket med å se på svingetiden for en pendel i den hypotetisk deduktiv metoden. Vi blir enige om at det som kan ha betydning for svingetiden er pendellengen, massen av loddet og utslaget. Så lager de seg en hypotese om hva de tror kan påvirke svingetiden for så å lage et forsøk der de varierer de forskjellige tingene. Så

Vedlegg A – Intervjudata

konkludere de etterpå. Da måler de svingetiden og variere en og en størrelse av gangen for å se hva som skjer.

Q66: Ja det er jo akkurat det forsøket jeg har tenkt på.

A66: Det er et enkelt forsøk der de kanskje må justere hypotesen sin etterpå.

Q67: Kommer de da frem til riktig resultat?

A67: Ja, de har ofte lyst til å lage store utslag så de ødelegger litt teorien om at det bare er pendellengden som har betydning.

Q68: Ja hvis vinkelen blir for stor spiller den vel også inn. Det var artig at du gjør akkurat det forsøket. Eller så tenkte jeg på dette med akselerasjon og fart. Det ligger litt i løypa i og med at vi har bevegelsesensorer og tidsmåling. At man f.eks. legger telefonen på en vogn og slipper den ned en bane så kan man få ut fart, akselerasjon, tid osv.

A68: Får du da ut farten kontinuerlig?

Q69: Ja du måler hastigheten hele tiden.

A69: Så du kan få ut en kurve som viser farten hele tiden.

Q70: Ja det må være en av outputene fra applikasjonen.

A70: Ja da kan du jo variere vinkelen på banen og se på hvordan akselerasjonen varierer med den.

Q71: Så det er kanskje relevant i forhold til FYS1?

A71: Ja og i FYS2 også, men der skal de lære om skrått kast eller krumlinjet bevegelse.

Q72: Ja jeg tenkte også på å kaste telefonen for å få sett på kulebanen. Da sliter du litt for å unngå å ødelegge telefonen. Men da hadde man også kunne brukte bevegelsesensorene og tidsmåling. Og tilsvarende dette med uavhengighetsprinsippet med å slippe telefonen rett ned kontra det med å kaste den litt på skrå og så sammenligne etterpå.

A72: Ja hvis du kunne hatt en som kan kastes hadde det vært helt suverent egentlig.

Q73: Ja jeg har også hørt om et vannkanonforsøk der man øker lufttrykket og får en flaske til å flyke 40-50 meter til værs, og akkurat der mangler man nøyaktige målinger.

A73: Ja det forsøket har vi gjort en del.

Q74: Så dette med å få frem en kulebane tror jeg kanskje kunne vært noe.

A74: Men dette med rakettforsøket, der vi fyller litt vann i en flaske og pumper opp til trykket blir stort nok. Hvis du kunne festet telefonen til flasken så hadde det vært fint. Jeg tenker på dette der du kaster den så kan du jo lage et system der du kan pakke inn telefonen i noe.

Q75: Ja kanskje noe skumgummi så den tåler litt?

A75: Ja du kunne vel pakket den inn i ganske mye skumgummi og så har du en person til å ta imot telefonen.

Q76: Men er dette forsøket så kontrollert at du vet omtrent hvor flasken vil lande?

Vedlegg A – Intervjudata

A76: Nå tenker jeg på et forsøk med skrått kast i klasserommet.

Q77: Jo den er jo litt mer kontrollerbar.

A77: Nei raketten går ganske høyt ja. Vi har prøvd å anslå høyden men det er veldig vanskelig. Og da blir det et mye kraftigere støt på telefonen. Men skrått kast er det ganske mye om i FYS2 så hvis du bare kunne fått frem det hadde det vært veldig interessant. For der skal vi diskutere i forhold til med og uten luftmotstand og da hadde vi virkelig fått et praktisk forsøk der vi har fått med luftmotstanden. Hvis vi får utgangsfarten så kan vi beregne hvor langt den skulle ha kommet. Så det hadde vært kjempe-interessant hvis du kunne fått til noe slikt.

Q78: Men det forsøket står beskrevet med teori i boka. Gjør du forsøk med det i dag?

A78: Ja vi har et forsøk med skrått kast der vi spenner opp ei fjær som sender ut en ball, og så har vi fotoceller som måler utgangsfarten men da må vi følge med hvor den lander. Så må de sammenligne og måle. Vi kjører da helst horisontal bevegelse så vi slipper vinkelen.

Q79: Akkurat. Eller så tenkte jeg på et heisforsøk, gjør dere noe der med f.eks. badevekt?

A79: Nei vi har ikke gjort det men vi har jo fått heis her nå så det er en mulighet.

Q80: Hvis du tar med telefonen, starter registrering og går inn i en heis. Starter, kommer i konstant fart og så bremses. Så får du ut målingene etterpå.

A80: Ja det er også læreplanmål så det er aktuelt.

Q81: Deretter så jeg på en variasjon med baneforsøket der du ser litt på forskjellig friksjon. Så det var de tingene jeg har drodlet litt rundt selv.

A81: Ja men det var jo en del aktuelle ting der da.

Q82: I utgangspunktet så hadde jeg sett for meg en stor applikasjon der man først hadde teori eller en historie som f.eks. den med Galileo, så gjør du selve forsøket og så avslutter med spørsmål og svar. Men i undervisningssammenheng er det kanskje ikke så interessant.. Der vil du kanskje gjøre forsøket enkelt og greit og så er du ferdig?

A82: Ja forsåvidt så er det slik.

Q83: Så det å bruke en slik stor-applikasjon i undervisningen er ikke så interessant?

A83: Det må da eventuelt være som en del av vitenskapelige metoder eller den unge forskeren som det står i læreplanen.

Q84: OK men hvis man f.eks. vil gjøre et snordragforsøk så ønsker du bare et isolert forsøk og ikke noe mer rundt det?

A84: Nei ikke i den sammenhengen.

Q85: Hvis vi ser på det med presentasjon av resultatet fra forsøket så kan du få ut grafer på skjermen. Er dette aktuelt eller bør data fra forsøket overføres til PC slik at de kan tegnes der?

A85: Jeg vet ikke hvor tydelig de kommer frem på skjermen?

Q86: Du får tegnet gode grafer på skjermen, det blir smått men det er ingen problemer

Vedlegg A – Intervjudata

med å se det du vil. I forhold til til størrelsen på skjermen så er den skarp og fin.

A86: Ja i noen sammenhenger kunne det sikkert vært interessant å fått det ut på et papir så de kunne tegnet. I ett punkt på grafen kan du da få ut f.eks. farten og dens komponenter?

Q87: Ja det må være målet. Jeg har jo ikke laget applikasjonen ennå men...

A87: Nei for hvis du gjør det så har du jo alt der og da trenger du ikke å overføre det til noe papir.

Q88: Skrives det lab-rapporter som skal leveres fra forsøk?

A88: Ja fra en del forsøk men ikke fra alle. De må ha en del trening i rapportskrivning.

Q89: Jeg tenkte at hvis de skal gjøre det så må de jo ha noe å vise. Det finnes mulighet til å lagre data til en fil på telefonen som så kan videresendes til en epost.

A89: Ja men det er ikke noe krav for de skriver ikke rapport på alle forsøk som gjøres. Før var det bestemt hvor mange rapporter som skulle leveres men nå er det ikke noe krav om det lenger.

Q90: Så da blir det litt opp til læreren?

A90: Ja.

Q91: Hvis jeg skal lage en slik eksempelapplikasjon; hva synes du er viktig parametre for at den skal være bra og interessant å bruke i undervisningen?

A91: Du må få ut noe som er relevant i forhold til læreplanmålene. Hvis du tenker i forhold til skrått kast så er det et tema med de forenklingene vi gjør i forhold til det som skjer i virkeligheten. Og det er eksamensoppgaver der de må vurdere. F.eks. en oppgave der de skal kaste liten ball for å klare et merkekrav, så må de vurdere om man greier kravet i forhold til om at man må ta hensyn til luftmotstanden. Kastet ble kanskje ikke så langt som det teoretisk skulle blitt. Da tenker jeg at der kunne du få demonstrert det litt. Hvis du kunne greid å få frem det synes jeg det hadde vært helt glimrende. Hadde du fått til noe slik at den ble pakket inn og du kunne kastet den 20 meter hadde det vært helt suverent.

Q92: Har du inntrykk av at elevene har slike avanserte telefoner?

A92: Ja jeg ser at det er noen som har det etterhvert.

Q93: Dette med at det er enkelt i bruk er vel kanskje selvsagt. At det ikke er så avansert og at det er raskt å få i gang.

A93: Ja slik at det ikke er det som man må bruke tiden på å få den til å fungere så man glemmer litt hva som var hensikten.

Q94: Når jeg har laget en demo eller test kan det være interessant at du får se på den slik at jeg kan komme å demonstrere den for deg?

A94: Ja absolutt!

Q95: Så kan du vurdere om dette er noe å satse på?

A95: Jeg det synes jeg høres spennende ut.

Vedlegg A – Intervjudata

Q96: Flott, da sender jeg en epost når det begynner å bli klart. Jeg må jo prøve ut litt forskjellig og se hva som kan være aktuelt og så velge en som jeg vil prøve å få til noe vettugt ut av. Har du kommet på noe mer underveis?

A96: Nei, men jeg har jo litt ideer om det så hvis det dukker opp noe så kan jeg sende deg en epost.

Q97: Ja det er kjempefint. Hvis du kommer på noe mer er det bare å ta kontakt. Men først nå så vil jeg renskrive det vi har snakket om og sender en kopi til deg.

A97: Jeg kommer nok ikke til å bruke noe tid på å lese gjennom det for det er jo ikke noen følsomme ting vi har snakket om.

Q98: Nei det er det ikke, men da har du ihvertfall en kopi for ordens skyld.

A98: OK.

Q99: Da takker jeg så mye for bidraget så langt - at du tok deg tid og kom med gode innspill til meg.

Vedlegg B – Programlisting

All kildekode utviklet i dette prosjektet ligger vedlagt denne rapporten som en komprimert fil (zip-fil).

Denne filen inneholder et komplett «Xcode Project».

Zip-filen 627 KB stor. Utpakket utgjør dette 38 filer med en størrelse på 2 MB.

Følgende filstruktur ligger i vedlegget:

/HeiApp	- HeiApp.xcodeproj	(Oppstartfil for prosjektet i Xcode)
	- logo_ntnu_57.png	(App-ikon som legges på tlf skrivebord)
/HeiApp	- *.png, *.ico	(Grafikkfiler for brukergrensesnittene)
	- *.xib	(InterfaceBuiler-pakker for brukergrensesnittene)
	- *.h	(Objective-C header-filer)
	- *.m	(Objective-C kildefiler)
	- HeiApp-Info.plist	(Property-liste for hele prosjektet)
	- HeiApp-Prefix.pch	(Objective-C prekompilerte header-filer)
/en.lproj		(Inneholder 2 filer som ikke er i bruk)

Vi har brukt Xcode 4.0 under utviklingen men prosjektfilen skal være bakover kompatibel. Det kan imidlertid være brukt metoder i prosjektet som ikke eksisterer i eldre versjoner. Fremover kompatibilitet skal ikke være noe problem med mindre Apple endrer på dagens politikk innenfor dette området.

Vedlegg C – Evalueringsresultater

Dette kapitlet inneholder detaljert dokumentasjon fra demonstrasjon og evaluering av demo-applikasjonen.

Først kommer intervjuguiden som ble brukt under samtalen med lærerne og deretter en tabell med evalueringsresultatene fra de 4 lærerne. Etter tabellen kommer det en del utfyllende kommentarer fra lærerne.

Vedlegg C.1 – Intervjuguide

C.2.1 Innledning

Hei igjen og takk for at du setter av tid til denne runden også!

I dag tenkte jeg først å fortelle kort om hvorfor jeg valgte å utvikle heisforsøk-applikasjonen før vi tar en gjennomgang og demonstrasjon av applikasjonen. Til slutt har jeg noen spørsmål som jeg håper du kan svare på.

C.2.1.1 Valg av applikasjon

Ut fra forslag og innspill bl.a. fra dere fysikklærere under intervjuene tidligere i vår endte jeg opp med en liste over de 3 mest aktuelle forsøkene for å utvikle en test-applikasjonene.

Den ene var pendelforsøket (telefonen er loddet i en pendel) og den andre var vognforsøket (telefonen legges på ei vogn som slippes ned en bane).

Den tredje applikasjonen som er den jeg nå har utviklet var heisforsøket (telefonen legges på gulvet i en heis og registrerer akselerasjon og krefter som virker på den under kjøring).

Årsaken til at jeg valgte denne er at dette er et kjent forsøk for de aller fleste. Mange klasser utfører dette forsøket i dag men da med helt andre verktøy. Dessuten er det en veldig enkel demonstrasjon av mulighetene i smarttelefonen der man ikke trenger noe annet enn en helt vanlig heis og telefonen for å utføre forsøket.

C.2.1.2 Beskrivelse av applikasjonen

Det må understrekes at layout med grafikk, bilder og så videre ikke har vært hovedfokus under utviklingen av applikasjonen slik at potensialet her nok er betydelig.

Jeg har også utelatt å lage en lærerguide til applikasjonen da demonstrasjon (opplæring) vil bli gjort ansikt til ansikt med lærerne. For en kommersiell applikasjon ville en detaljert lærer-guide vært en viktig del av produktet.

Hovedmålet med applikasjonen er at den skal dekke en del av pensum i faget slik at den kan brukes til et reelt forøk. Videre skal den være enkel og intuitiv i bruk. Man skal raskt kunne se resultatet av forsøket samtidig som man kan velge å sende data til egen epost for etterbehandling i forbindelse med rapportskrivning.

Applikasjonen er delt opp i 5 forskjellige vinduer (vis frem samtidig på telefonen):

- **Start:** Dette er vinduet kommer opp når applikasjonen startes. Her startes og stoppes målinger for et forsøk med heiskjøring. Alle forsøk lagres på telefonen.
- **Graf:** I dette vinduet vises grafen fra et heisforsøk. Det vil normalt være grafen for det siste forsøket som er gjennomført.
- **Filer:** Her kommer det opp en liste over alle forsøk som er lagret på telefonen. Brukeren kan velge et av disse forsøkene for å se på grafen eller for å sende datafilen på epost. Her kan man også slette forsøk fra minnet på telefonen. Hovedhensikten med å tilby lagring av flere forsøk er at flere elever kan bruke samme telefon under forsøkene.

Vedlegg C – Evalueringsresultater

- **Verktøy:** Fra dette vinduet kan man sende epost med måledata fra et forsøk. Som for graf-vinduet er det normalt det siste gjennomførte forsøket som sendes med mindre man har valgt et annet forsøk under Filer. Fra samme vindu kan man også kalibrere bevegelsesensorene i telefonen. Sensorene vil være litt forskjellig fra telefon til telefon og andre ting som f.eks. temperatur vil påvirke resultatet. Målet med kalibreringen er at verdiene skal komme så nær null som mulig når telefonen ligger rolig på gulvet.
- **Hjelp:** Viser en kort forklaring til de forskjellige funksjonene i applikasjonen.

Filen som kan sendes med epost er av såkalt CSV-format (comma separated values). Dette er et tekstfilformat som er vanlig å bruke som datakilde i regnearkprogrammer. Fordelen med dette filformatet er at det fungerer i flere forskjellige regneark-programmer (OpenOffice Calc, MS Office Excel m.fl.).

C.2.2 Demonstrasjon

C.2.2.3 Demonstrasjon av applikasjonen

Læreren, tid man har til rådighet og andre omstendigheter avgjør om vi nå skal ta en tur til nærmeste heis og kjøre et fullverdig forsøk. Alternativet er å simulere et forsøk ved å løfte telefonen opp og ned.

Gjennomfør flere forsøk slik at valg av forskjellige filer kan demonstreres. Det må i forkant lagres noen reelle heisforsøk på telefonen for å eventuelt å kunne vise grafen til et reelt forsøk.

Vis også kalibrering av sensorene og sending av epost og da aller helst til lærerens egen adresse.

C.2.2.3 Demonstrasjon av csv-fil

Overfør resultatet av et forsøk til lærerens epost.

Åpne filen i et passende regnearkprogram som f.eks. Calc eller Excel.

Forklar kort de forskjellige feltene og vis hvordan en graf veldig enkelt kan genereres.

Som en backup i tilfelle tekniske problemer eller at man ikke har en datamaskin tilgjengelig under demonstrasjonen tas det med utskrift fra Calc fra en egen test.

C.2.3 Evaluering

C.2.3.1 Introduksjon

Nå vil jeg gjerne ha en evaluering av applikasjonen og da er det fokus på konseptet mer enn det estetiske i testapplikasjonen.

Det er viktig for meg at du gir en kritisk og oppriktig tilbakemelding. Jeg har ikke noe prestisje i forhold til å få god score på noen av disse spørsmålene.

I rapporten blir resultatene presentert samlet for alle mine 4 informanter som fortsatt er anonymisert, slik at dine svar ikke kan identifiseres på noen måte.

C.2.3.2 Spørreskjema

Svarene angis som en poengscore mellom 1 og 5 der 1 er laveste og 5 er høyeste karakter. Utfyllende kommentarer kan gis når som helst underveis. Første del går konkret på test-applikasjonen mens andre del går på mer generelle forhold.

Vedlegg C – Evalueringsresultater

Testapplikasjonen:

1. Synes du applikasjonen dekker en del av pensum på en tilfredsstillende måte? [Ja/Nei] Dvs. hvor relevant er den for bruk i forhold til dagens pensum.
2. Hvor godt synes du brukergrensesnitt og funksjonalitet fungerer? [1-5]
Dvs. hvor logisk og intuitivt er applikasjonen bygd opp.
3. Hvor godt synes du grafen som kan sees på skjermen fungerer? [1-5]
Nøyaktighet, hjelpelinjer, enheter osv.
4. Hvor god synes du csv-filen som ble overført til epost er? [1-5]
Frekvens på måledata, innhold i overskrifter osv.
5. Hvor nøyaktig tror du måleverdiene fra applikasjonen er? [1-5]
Stoler du på tallene? Er dette viktig eller er det sammenhengen som er viktig?
6. I hvilken grad tror du elevene vil mestre denne applikasjonen? [1-5]
7. Hvor enkelt vil det være å bruke csv-filen til f.eks. å lage graf til rapporten? [1-5]
8. Hva er sannsynligheten for at du ville tatt i bruk applikasjonen hvis den var tilgjengelig på skolen din? [1-5]
9. Hvor godt likte du applikasjonen totalt sett? [1-5]
10. Har du forslag til forbedringer, endringer eller tilleggsfunksjoner? [tekst] Eks. Støtte for overføring av fil på annen måte, måling av akselerasjon istedet for krefter.

Generelt:

11. Hvor godt synes du applikasjonen demonstrerer mulighetene som ligger i denne teknologien? [1-5] Dvs. traff jeg ved valg av applikasjon.
12. Hvor godt kan denne type teknologien bidra til økt læringsutbytte for elevene? [1-5]
Etter at effekt av nyhetsverdien har gitt seg – vil det være spennende, motiverende, variasjon osv. Visualisering. Repetisjon. Hjemme.
13. Hvor godt vil denne type applikasjoner bidra til å forbedre/forenkle lærerens hverdag? [1-5]
Som et tillegg til annen undervisning.
14. I hvor stor grad tror du slike verktøy kan ha en positiv pedagogisk effekt totalt sett? [1-5]
15. Hvor godt håndterer «gjennomsnittslæreren» smarttelefoner i utgangspunktet? [1-5]
Hvor viktig er det med en detaljert lærer-guide sammen med applikasjonen.
16. Hvilke potensielle problemer ser du ved bruk av smarttelefon som verktøy i skolen? [tekst]
Kan medføre misbruk og forstyrrelser. Gå tom for strøm. Epost krever nettilgang.
17. I hvor stor grad har kunnskap og informasjon i forbindelse med dette prosjektet gjort deg mer positiv til bruk av smarttelefoner som et IKT-verktøy i skolen? [1-5]
18. Demo-applikasjonen viser bruk av bevegelsesensorene i iPhone. Dette er en av

Vedlegg C – Evalueringsresultater

mange muligheter som finnes ved en smarttelefon. Ser du for deg andre fag i skolen som kunne tatt i bruk skreddersydde applikasjoner som IKT-verktøy? [tekst]
GPS, kompass, nettleser, epost, kamera, notater osv.

19. Hvor stort potensiale mener du bruk av smarttelefoner som pedagogisk verktøy har? [1-5]

20. Har du andre spørsmål, forslag, kommentarer eller andre innspill til dette prosjektet?

Tusen takk for ditt bidrag i forbindelse med prosjektet mitt!

Vedlegg C.2 – Resultater

#	Spørsmål	A	B	C	D	\bar{X}
1	Synes du applikasjonen dekker en del av pensum på en tilfredsstillende måte? [Ja/Nei] Dvs. hvor relevant er den for bruk i forhold til dagens pensum.	Ja	Ja #)	Ja	Ja	Ja
2	Hvor godt synes du brukergrensesnitt og funksjonalitet fungerer? [1-5] Dvs. hvor logisk og intuitivt er applikasjonen bygd opp.	4 *)	5 #)	5	4	4.5
3	Hvor godt synes du grafen som kan sees på skjermen fungerer? [1-5] Nøyaktighet, hjelpelinjer, enheter osv.	4	5 #)	4 %)	4 §)	4.25
4	Hvor god synes du csv-filen som ble overført til epost er? [1-5] Frekvens på måledata, innhold i overskrifter osv.	5 *)	5	4 %)	4	4.5
5	Hvor nøyaktig tror du måleverdiene fra applikasjonen er? [1-5] Stoler du på tallene? Er dette viktig eller er det sammenhengen som er viktig?	3 *)	3 #)	4 %)	3 §)	3.25
6	I hvilken grad tror du elevene vil mestre denne applikasjonen? [1-5]	5	5	5	5	5
7	Hvor enkelt vil det være å bruke csv-filen til f.eks. å lage graf til rapporten? [1-5]	4 *)	4	3 %)	4 §)	3.75
8	Hva er sannsynligheten for at du ville tatt i bruk applikasjonen hvis den var tilgjengelig på skolen din? [1-5]	5 *)	5	5	4 §)	4.75
9	Hvor godt likte du applikasjonen totalt sett? [1-5]	5	5	5	4 §)	4.75
10	Har du forslag til forbedringer, endringer eller tilleggsfunksjoner? [tekst] Eks. Støtte for overføring av fil på annen måte, måling av akselerasjon istedet for krefter.	*)	#)	%)	§)	-

11	Hvor godt synes du applikasjonen demonstrerer mulighetene som ligger i denne teknologien? [1-5] Dvs. traff jeg ved valg av applikasjon.	5 *)	5	5	5	5
12	Hvor godt kan denne type teknologien bidra til økt læringsutbytte for elevene? [1-5] Når nyhetseffekten har gitt seg; forts spennende, motiverende, variasjon. Visualisering. Repetisjon. Hjemmebruk.	5 *)	5 #)	3 %)	4	4.25
13	Hvor godt vil denne type applikasjoner bidra til å forbedre/forenkle lærerens hverdag? [1-5] Som et tillegg til annen undervisning.	5	4 #)	4	4	4.25
14	I hvor stor grad tror du slike verktøy kan ha en positiv pedagogisk effekt totalt sett? [1-5]	5	4 #)	4	4	4.25
15	Hvor godt håndterer «gjennomsnittslæreren» smarttelefoner i utgangspunktet? [1-5] Hvor viktig er det med en detaljert lærer-guide sammen med applikasjonen.	4	4	4	4	4
16	Hvilke potensielle problemer ser du ved bruk av smarttelefon som verktøy i skolen? [tekst] Kan medføre misbruk og forstyrrelser. Gå tom for strøm. Epost krever nettilgang.	Ingen	#)	Ingen	§)	-
17	I hvor stor grad har kunnskap og informasjon i forbindelse med dette prosjektet gjort deg mer positiv til bruk av smarttelefoner som et IKT-verktøy i skolen? [1-5]	4 *)	5 #)	3 %)	5	4.25
18	Demo-applikasjonen viser bruk av bevegelsesensorene. Det finnes mange andre muligheter i en smarttelefon. Ser du for deg andre fag i skolen som kunne tatt i bruk skreddersydde applikasjon som IKT-verktøy? [tekst]	*)	#)	%)	§)	-
19	Hvor stort potensiale mener du bruk av smarttelefoner som pedagogisk verktøy har? [1-5]	4 *)	4	4	4	4
20	Har du andre spørsmål, forslag, kommentarer eller andre innspill til dette prosjektet?	*)	#)	%)	§)	-

Forklaring:

Kolonnene A, B, C og D viser svarene fra evaluering med de 4 fysikklærerne mens kolonne \bar{X} viser snittet av de fire foregående.

Merk at det ikke er noen sammenheng mellom rekkefølgen på intervjuene i vedlegg A og evalueringene i dette vedlegget. Dvs intervju nummer 1 i vedlegg A trenger ikke å være samme lærer som har gitt evaluering A.

Vedlegg C – Evalueringsresultater

Utfyllende kommentarer fra evaluering A: *)

- (2) Unødvendig og tungvindt at alle aksjoner må bekreftes.
- (4) Vi hadde problemer med å åpne filen i den Excel-versjonen som ble brukt her.
- (5) Umulig å vite. Det er heller ikke viktig at resultatene er helt eksakte.
- (7) Krever kunnskap om regnearkprogram noe alle elvene ikke har.
- (8) Veldig god visualisering som er nyttig i undervisningen.
- (10) Veldig enkel og grei å bruke. Litt små skrift. Kanskje andre fonter er mer lesbare. Kunne ønsket mer info på førsteaksen (hjelpelinjer?) og gjerne mulighet for å zoome i grafen.
- (11) Det enkleste forsøket som gir mest.
- (12) Lage kobling mellom bevegelse/krefter og graf er veldig viktig.
- (17) Hadde en viss kjennskap til smarttelefonen fra før med ikke bruker selv.
- (18) Geofag. Teknologi & Forskninglære.
- (19) Veldig vanskelig å svare på da jeg kjenner teknologien og mulighetene for dårlig.
- (20) Veldig interessant oppgave. Vil gjerne ha beskjed når applikasjonen kan lastes ned av andre.

Utfyllende kommentarer fra evaluering B: #)

- (1) Dekker Newtons lover som går rett inn i både andre og tredje klasse.
- (2) Enkel og få knapper å forholde seg til.
- (3) Skalering for å fylle skjermen var veldig fint. Da ser man sammenhengen som er viktig i dette forsøket.
- (5) Veldig vanskelig å si. Er ikke viktig.
- (10) Er veldig interessert i de andre to kandidatene til applikasjon også!
- (12) Visualisere og vise sammenhenger viktig.
- (13) Avhengig av at installasjon på elevenes telefoner fungerer uten problemer.
- (14) Viktig at det er et pedagogisk mål med løsningene, ikke bare noe som er kjekt å bruke.
- (16) Avhengig av at det er tilstrekkelig antall elever som har denne telefonen og at programmet er lett tilgjengelig.
- (17) Kjente veldig lite til dette fra før.
- (18) Kjenner ikke så godt til mulighetene i andre fag men er interessert i flere for fysikk.
- (20) Ønsker å bli informert når applikasjonen er tilgjengelig.

Vedlegg C – Evalueringsresultater

Utfyllende kommentarer fra evaluering C: %)

- (3) Hadde vært kjekt med zoom-mulighet i grafen.
- (4) Filen ble sendt på epost men ikke åpnet og testet under intervjuet.
- (5) Ikke viktig med helt eksakte verdier. Sammenhengen viktig; utslagene over/under x-aksen.
- (7) Bruke av f.eks. Excel krever opplæring for en del elever mens andre fikser det veldig greit.
- (10) I tillegg til zoom-mulighet på graf kunne jeg tenkt meg muligheten for å velge skala på x-aksen, slik at man kunne scrollet frem og tilbake i grafen. En slags skjerm-print funksjon hadde vært veldig kjekt slik at selve grafen kunne vært send på epost.
- (12) Ville gitt mulighet for variasjon i undervisningen.
- (17) Kjenner teknologien veldig godt fra før og var positiv og interessert i utgangspunktet.
- (18) Geofag. Teknologi og Forskningslære. IT og programmering.
- (20) Resultatet har blitt en absolutt anvendelig og enkel iPhone-app!

Utfyllende kommentarer fra evaluering D: §)

- (3) Fint å se helheten i grafen på en skjerm-side.
- (5) Umulig å si uten å teste det. Ikke veldig viktig/relevant.
- (7) De fleste elevene vil fikse det uten problemer.
- (8) Gjør få forsøk i undervisningen per i dag.
- (9) Dette gjelder aktuell versjon. Ønsker de tilleggene som er nevnes i neste punkt for å gi full score.
- (10) Ønsker å kunne velge akselerasjon som måleenhet på Y-aksen.
Ønsker å kunne tatt inn graf for hastighet i tillegg slik at sammenhengen kunne blitt vist frem.
- (16) Kanskje $\frac{3}{4}$ av elevene har iPhone. De som ikke har kunne kanskje følt seg litt satt utenfor. Ikke noe stort problem.
- (18) Biologer kunne brukt geo-tagging av bilder tatt i felt vha GPS.
- (20) Kunne ønsket støtte for iPhone 3 (som jeg selv har). Ønsker mulighet for å teste ut applikasjonen selv.